

končí, protože urychlení rozvoje součást-  
kové základny elektroniky a mikroelektroniky, které zajišťujeme, není samoučelné, je pouze základní podmínkou elektronizace výroby i nevýrobní sféry naší společnosti. Ne všude jsou na aplikace elektroniky dostatečně připraveni. A právě tady očekáváme významnou podporu od všech, kterým se elektronika stala zálibou. Vysoká publicita obou řad AR, živá

činnost v klubech Svazarmu a v klubech mladých techniků svědčí o tom, že na nejrůznějších pracovištích rostou dobří odborníci, kteří vedle své původní profese mohou pomáhat zavádět elektroniku všude tam, kde ji moderní společnost potřebuje, a překonávat přitom i bariéry nejrůznějšího charakteru. Radioamatéři již nejen jednou obdobným způsobem přispěli k urychlení rozvoje elektroniky u nás.

Vzpomeňme pouze na začátky rozhlasového vysílání, na průkopnickou práci v oblasti šíření krátkých vln nebo na počátky televizního vysílání a pomoc při pokrývání území televizním signálem.

Právem očekáváme, že z dosavadní záliby se stane významný pomocník elektronizace a intenzifikace v celospolečenském měřítku.

## Mikroelektronika, výpočetní technika a radiokluby Svazarmu

**„V roce 1973 bylo na světě v provozu 212 tisíc počítačů, v roce 1976 už 320 tisíc. V roce 1972 vzrostl počet mikropočítačů v provozu v celosvětovém měřítku o 75 % ve srovnání s předchozím rokem a přibližně stejný vzestup byl odhadnut pro příští roky (v roce 1973 to znamenalo zavedení do provozu 40 tisíc mikropočítačů na světě) ...“**

(Z publikací Ústředí vědeckých, technických a ekonomických informací v Praze)

Čísla, snad nejlépe dokumentující rostoucí význam elektronického, mikroelektronického a kybernetického průmyslu. V souvislosti s jeho očekávaným rozvojem v ČSSR v sedmé pětiletce se stále častěji setkáváme s otázkami: Jak zabezpečovat vhodné podmínky pro činnost stále většího množství amatérských zájemců o všeobecnou elektroniku, mikroelektroniku a kybernetiku? Jak je podchytit a jejich práci organizovat? Doposud se mlčky a téměř všeobecně předpokládalo, že tyto a podobné otázky uspokojivě vyřeší naše svazarmovské radiokluby. Jak uvidíme, není to tak jednoduché.

Abychom mohli lépe posoudit další vývoj vztahu mezi radiokluby Svazarmu a všeobecnou elektronikou, mikroelektronikou a výpočetní technikou, bude dobře ujasnit si přesný význam některých z těchto termínů, aniž by to znamenalo, že si chceme hrát se slovíčky. Elektronika je velmi široký elektrotechnický obor – jak je nejlépe vidět z oficiální definice (Ústav pro jazyk český ČSAV) – „zabývající se studiem a využitím pohybu elektronů v různých prostředích.“ Mikroelektronika má naplň i poslání stejné, avšak s důrazem na miniaturizaci.

Naplň činnosti a zájmy členské základny v našich svazarmovských radioklubech jsou však poněkud specifitější, podepřené třicetiletou tradicí svazarmovské organizace a pod silným vlivem mezinárodního radioamatérského hnutí. Těžištěm práce a veškerého dění v radioklubech Svazarmu je amatérské rádiové vysílání a jeho technické, konstrukční a provozní otázky, stručně a trochu zjednodušeně řečeno – radiotechnika (byť využívající mikroelektronických prvků a prvků výpočetní techniky). Radiokluby Svazarmu tedy uplatňují ve své činnosti pouze určité výseky z širokého oboru elektroniky.

Disproporce je zřejmá. A chtít rozšiřovat činnost současných radioklubů i na další oblasti elektroniky není jednoduché hlavně z toho důvodu, že obzor samotné radiotechniky a radioamatérského sportu se stále rozšiřuje – vedle dnes již klasické telegrafie a telefonie se objevují nové druhy rádiového provozu: amatérský radiodálkopis, televize, provoz přes pozemní i kosmické převaděče, od 60. let se rozšiřují a získávají si stále více příznivců

náročné branné radioamatérské sporty jako moderní víceboj telegrafistů, rádiový orientační běh a rychlotelegrafie. Přitom žádný z prvků radioamatérského sportu není samoučelný – každý má dalekosáhlý společenský a hlavně branný význam. Právě díky úzké specializaci našich radioklubů přicházejí každoročně do ČSLA stovky dobře připravených radistů, kteří získali svoji technickou i provozní zručnost při práci v amatérských pásmech.

Dnes už snad není v silách jediného, byť sebevětšího radioklubu, aby z kádrového i materiálního hlediska mohl působit úspěšně současně v několika radioamatérských disciplínách nebo alespoň zabezpečovat základní výcvik mladé generace ve většině z nich.

Prvky mikroelektroniky a výpočetní techniky však pronikají nejen do radioamatérství. Mikroelektronika a výpočetní technika jsou nezbytnou součástí dalších svazarmovských odborností – modelářství, letectví, automobilismu, byla ustavena samostatná svazarmovská odbornost elektroakustika a videotechnika, pronikají do střelectví (např. elektronické vyhodnocování zásahů v terčích) atd. Samozřejmě spolupráce jiných odborností se svazarmovskými radiokluby je možná (také existuje), ale doposud byla spíše jednorázového charakteru, než jako trvalý program. Hlavním posláním radioklubů vždy bylo organizovat a připravovat radisty, radioamatéry – vysíláče a zájemce o radioamatérské sporty.

Přesto je pravdou, že ze stávajících svazarmovských odborností má mikroelektronika a výpočetní technika nejbližší k radioamatérství. Proto přišli pracovníci Ústředního radioklubu Svazarmu ČSSR na základě výsledků práce jejich prognostické komise s iniciativními návrhy, jak amatérské zájemce o tyto obory do Svazarmu získávat, organizovat je a zabezpečovat jejich činnost v rámci radioamatérské odbornosti ve Svazarmu. Je to dosti těžký úkol, uvědomíme-li si, že zájemců o mikroelektroniku a výpočetní techniku jsou u nás – při střizlivém odhadu – desítky tisíc.

V současné době má Ústřední rada radioamatérství Svazarmu, nejvyšší radioamatérský československý orgán, třináct aktivistických poradních komisí, které pokrývají svou poradní kompetenci

všechny oblasti svazarmovského radioamatérského hnutí: komisi krátkých vln, velmi krátkých vln, rádiového orientačního běhu, moderního víceboje telegrafistů, telegrafie, kontrolní služby radioamatérů, komisi politicko-výchovnou, komisi mládeže, komisi propagační, ediční, prognostickou a komisi žen. Dosud v nich zástupci mikroelektroniky a výpočetní techniky (aplikované na jiné obory než radiotelekomunikace) nebyli, což je logickým důsledkem skutečnosti, že zájemci o tyto obory v naprosté většině nejsou členy Svazarmu, neboť k tomu nemají dostatečnou motivaci. Na rozdíl od amatérů – vysíláčů nebo zájemců o hifi, jimž radiokluby a hifi kluby umožňují realizaci jejich zájmů a pro které je tedy členství ve Svazarmu výhodné. (Občas sice dostáváme do redakce dopisy, které se snaží tato fakta vyvracet, jejich autoři však zapominají, že v jejich radioklubech pracují se zařízeními vyrobenými podnikem ÚV Svazarmu Radiotechnika, přidělenými prostřednictvím různých orgánů Svazarmu, že využívají QSL-slужby Svazarmu atd.)

Pracovníci Ústředního radioklubu Svazarmu ČSSR mají v úmyslu – je to ovšem dlouhodobá záležitost – stimulovat vstup zájemců o mikroelektroniku a výpočetní techniku do Svazarmu vytvářením vhodných podmínek v radioamatérských ZO Svazarmu, které se budou na mikroelektroniku a výpočetní techniku specializovat, zajišťovat jejich materiální vybavení i metodickou pomoc (v současné době probíhá jednání o metodických otázkách mezi zástupci Ústředního radioklubu Svazarmu ČSSR, Stanice mladých techniků v Praze a ÚV SSM v Praze). Předpokládá se, že jejich zástupci budou vhodnou formou začlenění do orgánů Svazarmu a jejich poradních komisí.

Jak je tedy vidět, Svazarm má zájem na tom, aby zájemci o amatérskou elektroniku a výpočetní techniku vstupovali do jeho řad, a zabývá se vytvořením vhodných podmínek pro ně. Ty jsou však určovány a omezovány ještě dalšími faktory, které jsou mimo možnosti vlivu Svazarmu, jako je dostatek nebo nedostatek elektronických součástek a zařízení pro elektroniku a výpočetní techniku na našem trhu a v závislosti na tom i vybavením, popř. existenci radiotechnických kabinetů Svazarmu alespoň na úrovni krajů.

Svazarm se podílí rozhodující měrou na rozvoji radioamatérství u nás a podílí se a chce se podílet také na rozvoji mikroelektroniky a výpočetní techniky. Ovšem rozhodujícím činitelem v tomto případě zůstávají odpovědné a k tomu určené státní instituce a organizace. Z tribuny XVI. sjezdu KSČ bylo řečeno zcela jednoznačně: „Je nezbytné, aby se vědeckotechnický rozvoj (a ten je pod-  
*miněn především rozvojem elektroniky*

– pozn. red.) stal základním východiskem, osou, organickou součástí celého národohospodářského plánu. Je tu třeba popravdě konstatovat, že odpovědné řídicí orgány, v prvé řadě ministerstva pro řízení technického rozvoje, Státní a národní plánovací komise, ale i odvětvová ministerstva výrobní hospodářské jednotky tento důležitý úkol dosud plně nezvládly.“

Tento citát můžeme považovat za

vysvětlení jedné z příčin současné zatím nepříliš příznivé situace v našem elektrotechnickém a kybernetickém průmyslu, která působí negativně m. j. také na rozvoj radioamatérského hnutí.

Neházejme tím horkou bramboru do rukou někoho jiného. Tato příloha svazarmovského časopisu Amatérské radio i iniciativa Ústředního radioklubu Svazarmu ČSSR jsou dva z příkladů, jimiž se Svazarm podílí na nápravě. Redakce AR

# MĚŘENÍ A MĚŘICÍ TECHNIKA

## JEDNODUCHÝ ZKOUŠEČ IO

Ing. Miloslav Střílka,

Městská stanice mladých techniků v Praze 6

Při stavbě číslicových zařízení se nám dost často stávalo, že na první pohled jednoduché zařízení nepracovalo vůbec, nebo jen částečně. Po identifikaci chyb byla ve většině případech vada v číslicových IO. Vpájet zapájený IO není jednoduchou záležitostí, nejsou-li dostupné vhodné nástroje, s nimiž by bylo možno IO „vyprostit“ z desky s plošnými spoji, a nepoškodit přitom plošné spoje a někdy i součástky, které jsou v bezprostřední blízkosti.

Vzhledem k relativní nedostupnosti číslicových IO se mladí zájemci o číslicovou techniku snaží opatřit si součástky podle svých konkrétních finančních možností v partiových prodejnách, nebo od soukromníků a také i vypájením z vyřazených desek s plošnými spoji. U takto získávaných součástek není zaručeno, že budou spolehlivě pracovat a není vyloučeno, že se mezi nimi najdou i takové, u nichž pracuje dobře třeba pouze jedno hradlo ze čtyř atd. – to nezřídka nadšence v jeho počátečním zápalu odradí od dalšího pronikání do tajů číslicové techniky.

Tato skutečnost nás přivedla k myšlence postavit jednoduchý přípravek, který by ověřil po funkční stránce číslicový IO ještě před zapájením do desky s plošnými spoji.

I když vyšlo již několik návodů na zkoušení IO, zdálo se nám, že pro tento účel jsou poměrně složité a pro nás „potě“ nepříliš lacinou záležitostí: dostupnost součástek a jejich pořizovací náklady byly proto hlavním kritériem pro návrh jednoduchého přípravku. Protože většina mladých nadšenců stává ze součástek, které jsou po ruce, nebo které zakoupí v různých výprodejích, budeme při popisu přípravku klást důraz především na objasnění funkce jednotlivých funkčních částí.

### Všeobecný popis zkoušeče IO

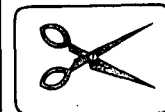
Přístroj byl sestaven z několika samostatných funkčních celků umístěných do krabičky, jejíž bočnice byly zhotoveny z pertinaxu a slepeny dvousložkovým

lepidlem Epoxy 1200 (obr. 1). Taktéž držáky přepínačů, tlačítek a pole zdířek byly vyřezány z pertinaxu a přilepeny na bočnice krabičky. Po mechanické a povrchové úpravě jsme krabičku přestříkali autoemallem ve spreji.

Každý funkční celek má své vývody na poli zdířek, jehož uspořádání je na obr. 2a, na obr. 2b jsou propojovací kablíčky.

Pro testování IO typu „dual in line“ jsou na krabičce objímky s 14 a 16 vývody, které mají společné pole zdířek. Číslování zdířek odpovídá vývodům na IO. Zdířky 1

VYBRALI JSME NA  
OBÁLKU



až 7 mají pro obě objímky společné číslování. Od zdířky 8 čísla pod zdířkou označují IO s čtrnácti vývody a nad zdířkou je číslování pro IO s šestnácti vývody.

Na zdířkách označených + a – je napájecí napětí pro IO.

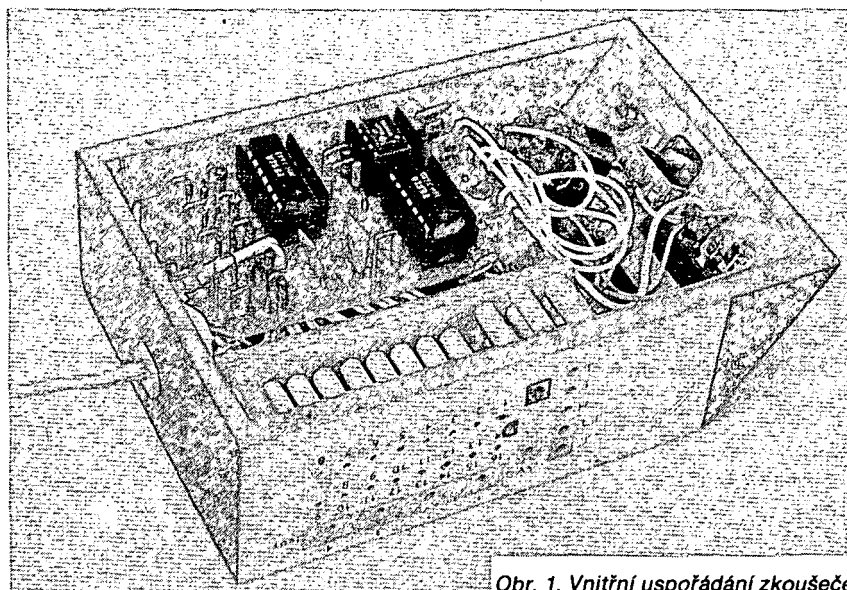
Výstupní logická úroveň zkoušeného IO se dá zobrazit na čtyřech svítivých diodách. Každá dioda má jednu vstupní zdířku, svítí, je-li na zdířce log. 1.

Pro ovládání vstupů IO slouží pět zdířek s označením  $\overline{L}$ ,  $\overline{H}$ , 1,  $\overline{1}$ .

Zkoušeč přístroj nemá vlastní stabilizovaný zdroj 5 V.

### Popis jednotlivých částí zkoušeče IO

Zdrojem jednotlivých impulsů jsou obvody tlačítek s označením  $\overline{L}$ ,  $\overline{H}$  na zdířce a tlačítku. Tlačítko označené  $\overline{L}$  překlápí úroveň z log. 0 na log. 1 a tlačítko  $\overline{H}$  může překlápět úroveň (za součin-



Obr. 1. Vnitřní uspořádání zkoušeče

# Dvoucestupová logická sonda

Ing. Jiří Patera

Především v AR a ST jsou velmi často publikována různá a přece podobná zapojení logických sond, např. v [1] a [2]. Tyto sondy zpravidla indikují přítomnost logické úrovně, neurčitě (zakázané) oblasti impulsů, případně i jejich impulsní poměr.

Popsaná sonda má všechny uvedené vlastnosti, kromě toho má navíc oproti běžným sondám tyto vlastnosti:

1. Možnost indikovat libovolnou logickou funkci, vytvořenou ze dvou proměnných.
2. Lze zachytit impulsy neurčité úrovně, trvající déle, než je nastavená doba.
3. Sonda obsahuje šestnáctkový čítač s indikátorem přepínání.

K rozšíření funkcí logické sondy o poslední tři jmenované vedly praktické zkušenosti:

Impulsní průběh často bývá třeba sledovat ve vztahu k průběhu jiného signálu nebo v jistém časovém intervalu (k bodu 1.).

Tato analýza (k bodu 2.) odhalí pomalé přepínání signálu, jeho zakmitávání, nebo lze sledovat vlivy zdrojů rušivých signálů.

Z uvedeného vyplývá, že mnohá měření, k nimž by bylo nutné použít dvoukanalový nebo paměťový osciloskop, lze uskutečnit popisanou sondou.

## Popis činnosti logické sondy

Logická sonda indikuje na vestavěném indikátoru Y podle polohy přepínače jednu z funkcí, uvedených v tab. 1.

Čítač přitom počítá, kolikrát byla splněna podmínka  $Y = 1$ . Přičítá se s tylovou hranou impulsu. Čítač se nuluje tlačítkem.

Čtenář si odvodí např. pomocí Karnahovy mapy, že logické funkce, uvedené v tab. 1 (připustíme-li inverzní zobrazení) plně vyčerpávají všechny logické funkce, které lze z jedné nebo dvou proměnných vytvořit.

Základní princip zobrazování funkce Y a neurčitě úrovně Z je převzat z [3]. Jestliže Y (viz schéma na obr. 1) nemá impulsní průběh, je klopný obvod KO1 nastaven z generátoru a Y se zobrazuje přes H6.

Při impulsním průběhu Y uvažujeme nejprve tu část periody vnitřního generátoru, v níž je KO1 nastaven. Během ní se stav KO1 nemůže změnit. Indikátor zobrazuje Y a z intenzity svitu by bylo možno usuzovat o impulsním poměru Y. Ve zbývajících částech periody generátoru není KO1 nastaven. Jeho stav se změní první náběžnou hranou Y. Vynulováním KO1 se uzavírá H6 a otevírá H8. Ve zbylé části periody tedy indikátor Y svítí s intenzitou, odpovídající převrácenému impulsovému poměru. Přímým a invertovaným zobrazováním ve spojení s vhodným impulsovým vnitřním generátorem je dosaženo názorného zobrazení podle tab. 2.

Na popsaný zobrazovací blok je funkce Y přiváděna z výstupů hradla AND-NOR. Na součinných hradlech se vytvářejí jednotlivé funkce, z nichž se žádaná vybírá mechanickým přepínačem.

Dílní součiny  $\bar{a}\bar{b}$ ,  $\bar{a}b$  a  $a\bar{b}$  jsou tvořeny hradly H1, H2 a H3. Z jejich řazení je

zřejmé, že na výstupech vznikají hazardy. Aby nestabilní stav byl co nejkratší a nezpůsobil chybu měření, je nutno použít obvod MH74S00.

Vstupní obvody jsou konstruovány tak, že rozhodovací úrovně mezi určitou a neurčitou oblastí jsou 2,0 V a 0,65 V. Vstupy jsou odolné proti napětí do  $\pm 12$  V a na několik sekund do  $\pm 18$  V.

Obvod detekce doby trvání neurčité úrovně je nastaven časovou konstantou R8 ( $C1 + C_{D3}$ ). S danými součástkami je zachycován impuls delší, než asi 60 ns.

Dosažené kmitočtové vlastnosti jsou v rozhodující míře určeny skutečnými dynamickými vlastnostmi klopného obvodu KO1 (MH7474) a čítače MH7493. Přitom je třeba mít na zřeteli, že rozhodovací úroveň mezi nulou a jedničkou je 2,0 V.

## Konstrukce sondy

Konstrukce přístroje má podstatný vliv na jeho celkovou užitnou hodnotu a vlastnosti. Sonda je konstruována na desce s plošnými spoji (obr. 2), která se zasouvá do „osvědčeného“ pouzdra na zubní kartáček za 1,80 Kčs. Mimo desku jsou umístěny jen přepínač s připájenými odpory R9 až R12 a diodou D2 a mikropřepínač „nulování“. Odpory R1 a R4 jsou typu TR 152, ostatní jsou miniaturní. Kondenzátory C2 a C3 jsou typu TE 981, C7 a C8 typu TE 002, ostatní jsou keramické.

Celá montáž je poněkud stěsnaná a je třeba pracovat pečlivě. Deska je upevněna uvnitř pouzdra hranolkem na čelní stěně, který je zaklesnut do výřezu v pouzdře. Na jeho místě jsem použil svorku zvonkového transformátoru. Do tohoto hranolku se zašroubovávají hroty. Na druhém konci je deska upevněna dvojicí rozpěrných sloupků, které zároveň slouží ke šroubovému spojení celého pouzdra.

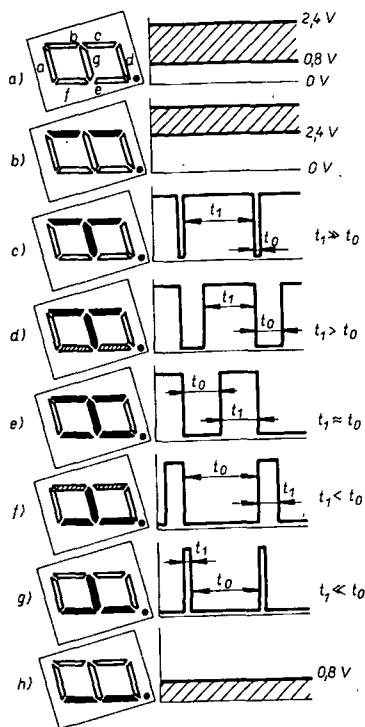
Na vstupy A i B, který je na konci prodlužovacího kablíku, lze našroubovat výměnné hroty. Lze doporučit hrot s ostrou špičkou, na který lze nasunout i háček („probe clip“), dodávaný k sondám některých osciloskopů. Druhým vhodným hrotem je dutinka z konektoru, již lze nastrčit na špičku s ovijemým spojem.

## Použití dvoucestupové sondy

Zvláštností navržené sondy vysvítají ze dvou praktických příkladů.

Máme např. zjistit datovou informaci, přiváděnou na registr v době kladného strobovacího impulsu. Proto budeme hledat součin strobovacího impulsu s datovým ( $Y = a \wedge b$ ), který nám ukáže, zda se během strobovacího impulsu vyskytuje jednotka, a dále s inverzí datového impulsu ( $Y = a \wedge \bar{b}$ ). Při součinu  $Y = a \wedge b$  zjistíme, zda během strobovacího impulsu byla na datovém vodiči nula.

Při sledování vodiče na univerzální desce je výhodné použít funkci neekvivalen-



Obr. 3. Zobrazení logických úrovní a impulsů na displeji

svítí horní a dolní segmenty stejným jasem. Na obr. 3d a obr. 3f jsou názorně zobrazeny případy, při nichž se délka impulsu blíží délce mezery. Jas, kterým svítí horní, popř. dolní segmenty, je optickou mírou poměru obou délek.

## Použité součástky

Odpory TR 191 (TR 151)

R1	18 kΩ
R2	10 kΩ
R3	47 kΩ
R4	1 kΩ
R5	10 kΩ
R6	330 Ω
R7	150 Ω
R8	150 Ω
R9	1 kΩ
R10	330 Ω
R11	330 Ω
R12	27 kΩ

Kondenzátory

C1	10 pF, TK 754
C2	10 pF, TK 754
C3	10 μF, TE 122
C4	0,22 μF, TE 125
C5	47 μF, TE 121
C6	47 μF, TE 121

Polovodičové součástky

D1	KA222
D2	KA222
T1	TR12
T2	TR12
IO1	MH7420
IO2	UCY74121
I	LQ410

## Literatura

ce. Jestliže se Y vůbec nerozsvěcuje, je a identické b, oba vstupy jsou v témže místě logické sítě.

Další možnosti a způsoby použití nalezne čtenář sám. Zásadou je, že je třeba podle prověřovaného schématu nejprve určit, co je nezbytné zjišťovat a pak uvážit, jakým způsobem to provést.

## Závěr

Popsaná dvouvstupová sonda vznikla na základě zkušeností s obdobnými, většinou jednoduššími sondami. Výsledkem je sonda ne právě jednoduchá (obsahuje celkem šest IO a šest tranzistorů). Domnívám se však, že užitná hodnota sondy vyvažuje zvýšené náklady na její stavbu.

[1] Hájek, J.: Logické sondy s displejem. ST 10/78.

Tab. 1.

Poloha přepínače	Indikovaná funkce
1	$Y = A, Z \sim A$ bylo v neurčité oblasti déle než 60 ns <sup>*)</sup>
2	$Y = A \wedge B$ $Y = A, Z \sim A$ je v neurčité oblasti <sup>*)</sup>
3	$Y = A \wedge \bar{B}$
4	$Y = A \oplus B$
5	$Y = A \vee B$

<sup>\*)</sup> Měří se s nepoužitým vstupem B

[2] Hyan, J. T.: Zkoušečky integrovaných obvodů (číslicových). AR B2/78, s. 68 až 71.

Tab. 2. Indikace průběhu proměnné Y

Logická funkce Y má průběh	Indikátor Y
malá úroveň (L)	nesvítlí
velká úroveň (H)	svítí
malá úroveň s impulsy	krátkce se rozsvěcuje
velká úroveň s impulsy	krátkce zhasíná
impulsy s impulsním poměrem 1:1	slabě svítí
neurčitá úroveň nebo přerušení vodiče (jen při sledování Y = A)	nesvítlí

[3] Nazarov, N.: Logičeskij tjester. Radio č. 9/76.

## Odpory

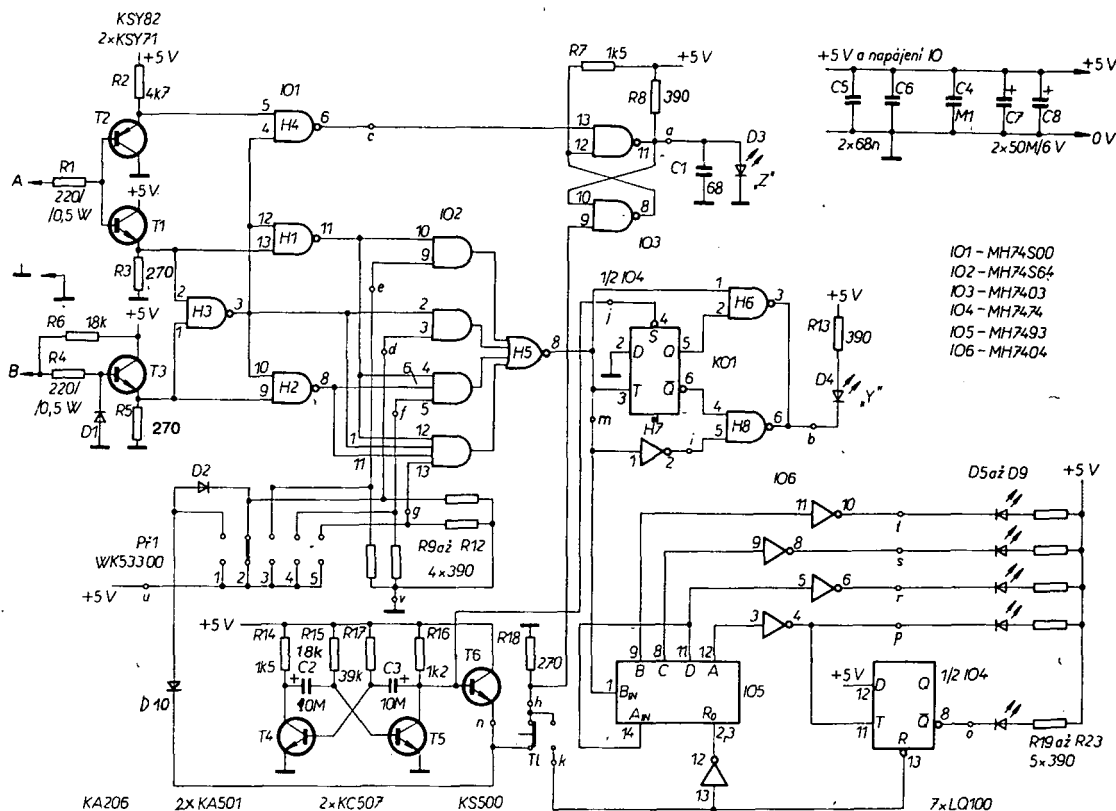
R1	220 Ω/0,5 W
R2	4,7 kΩ
R3	270 Ω
R4	220 Ω/0,5 W
R5	270 Ω
R6	18 kΩ
R7	1,5 kΩ
R8 až R13	390 Ω
R14	1,5 kΩ
R15	18 kΩ
R16	1,2 kΩ
R17	39 kΩ
R18	270 Ω
R19 až R23	390 Ω

## Kondenzátory

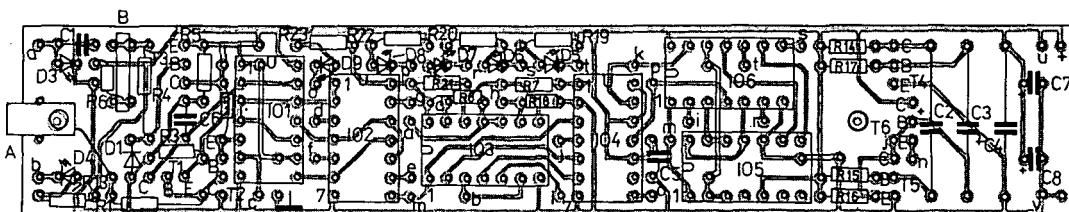
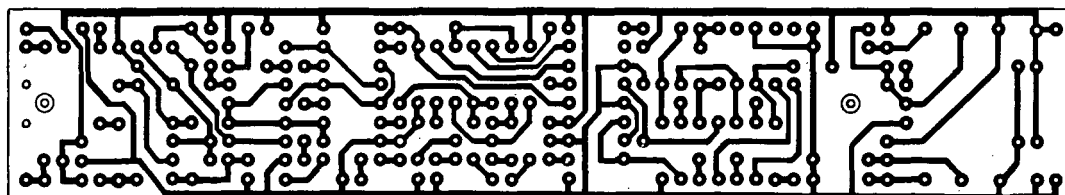
C1	68 pF
C2	10 μF/6 V
C3	10 μF/6 V
C4	0,1 μF
C5, C6	68 nF
C7, C8	50 μF/6 V

## Polovodičové součástky

T1	KSY71
T2	KSY82
T3	KSY71
T4, T5	KC507
T6	KS500
IO1	MH74S00
IO2	MH74S64
IO3	MH7403
IO4	MH7474
IO5	MH7493
IO6	MH7404
D1	KA206
D2	KA501
D3 až D9	LQ100
D10	KA501



Obr. 1. Schéma zapojení sondy



Obr. 2. Deska s plošnými spoji P302 a rozmístění součástek

nou částí dolních odporů, přičemž ostatní rozsahy nejsou ovlivňovány. Uspořádání podle obr. 6b je vhodné, jsou-li k dispozici přesné odpory, např. destičkové TESLA typu WK 681.xx. Pro menší nároky stačí odpory vybrat s použitím přesného můstku, např. Metra MLG nebo MLL, popř. sestavit z několika. Aby byla zachována přesnost převodníku, neměla by odchylka odporů překročit 0,1 %.

Nejsou-li po ruce ani přesné odpory, ani můstek, lze oceňovat vyšší rozsahy využitím značné rozlišovací schopnosti číslicového měření takto: předpokládejme, že rozsah 100 mV jsme seřídili přesně obvodem podle obr. 5c. Na zdroji nastavíme napětí 0,1990 V, takže na číselníku máme 1990. Přejdeme na rozsah 1 V a seřídíme dolní odpor děliče podle obr. 6a tak, aby údaj byl 199. Tím je rozsah 1 V seřazen s absolutní chybou  $\pm 0,01$ , tj. asi  $\pm 0,5$  % v poměru k hodnotě 0,199 V.

Podobným postupem s napětím a údajem 1,990 V seřídíme rozsah 10 V s další chybou 0,5 %, tj. celkem 1 %, a rozsah 100 V s chybou 1,5 %. Hromadění chyby samozřejmě do jisté míry znehodnocuje použití číslicové metody měření, ale dává ještě přijatelný výsledek. Tento postup se hodí i pro zpětný proces a samozřejmě i pro cejchování číslicového ampérmetru nebo ohmmetru.

### Stejnoseměrný ampérmetr

získáme ze základní číslicové jednotky nejsnáze adaptorem, zapojeným podle obr. 6c. Je to Ayrtonův bočník s desítkovým odstupňováním, určený pro nulový zatěžovací proud. Při určitém rozsahu  $I_N$  musí být v obvodu měřeného proudu zařazen odpor  $R_B = 0,1/I_N$ , např. 0,1  $\Omega$  pro  $I_N = 1$  A, 1 k $\Omega$  pro 0,1 mA apod. Přepínání je jednoduché, měřidlo není ohroženo rozpojením bočníku a úbytky na přechodových odporech přepínače jsou mimo měřicí obvod. Maximální výkon na bočníku je  $P_M = 0,4 I_N$  a je podstatně teprve na rozsahu 1 A. Pro ještě větší rozsahy je vhodné použít vnější bočníky s proudovými a napěťovými svorkami.

### Měření odporů

Je výhodné použít poměrovou metodu, která bude popsána později; zatím se spokojíme s jednoduchým uspořádáním podle obr. 6d. Z pomocného zdroje, např. baterie 51D, zavedeme do měřeného odporu takový proud, aby napětí na odporu bylo v mezích 20 až 200 mV. Např. předřazením odporu  $R_N = 9$  k $\Omega$  získáme proud asi 1 mA, jímž můžeme měřit odpory do 200  $\Omega$ . Platí obecný vzorec

$$R_x = R_N [U_{REF} (\dot{U}_{DAJ}) / 1000 U_B] (1 + R_x / R_N).$$

Člen  $(1 + R_x / R_N)$  se jen málo liší od jedné a často může být vypuštěn, takže vyhoví zjednodušený vztah

$$R_x \approx (\dot{U}_{DAJ}) R_N / 10^4 U_B.$$

Popsanou základní jednotkou můžeme měřit např. také napětí na termoelektrickém článku nebo na teploměrném můstku, a tím číslicově měřit teplotu. Tím jsme rozšířili použití základní jednotky na hlavní měřicí obory, aniž jsme museli hned na začátku stavět poměrně složitý multimetr.

### Rozšíření možností základní jednotky

Chceme-li rozšířit základní jednotku o rozsah 1 V tak, aby měřený obvod nebyl zatěžován, o poměrové měření odporů

a o nastavitelnou desetinnou tečku, musíme již zasáhnout do původní, výrobcem doporučené úpravy. Jde však jen o malé zásahy na desce s plošnými spoji mimo vývody převodníku, takže při opatrném postupu a s použitím antistatické ochrany je riziko poškození nepatrné.

Úprava na obr. 3 se týká především referenčního obvodu, u něhož k původnímu napětí 100,0 mV přibyl napětí 1,000 V; jedno z nich se ke vstupům REF. převodníku připojí spínači a, b přepínače OBOR. Pro pochopení si připomeňme, že vnitřní regulace převodníku udržuje mezi vývody  $V^+$  (vývod 1) a COMMON (32) konstantní napětí asi 2,7 V, a libovolný jeho díl se může použít jako referenční napětí.

Další úprava se týká integrátoru a samočinného nulování. Aby nebyl při rozsahu 1 V překročen obor linearity zesilovače integrátoru, musí se zvětšit časová konstanta integrace zvětšením odporu  $R_2$  asi na desetinasobek. Tím se však zpomalí samočinné nulování a návrat do funkce po přepnutí číselníku. Proto je vhodné, ale ne nutné, zrychlit zároveň samočinné nulování zmenšením jeho paměťové kapacity ( $C_2$ ) zhruba na desetinu. Obojí se provede rozpojením spínačů f, g přepínače OBOR.

Přepínání desetinné tečky usnadní při přepínaných rozsazích čtení údaje. U multimetru se proto zároveň se změnou rozsahu rozsvítí příslušná tečka; u přístroje s oddělenými adaptory pro jednotlivé funkce se spokojíme s ručním přepínáním pomocí přepínače TEČKA. Příslušný obvod je u číselníku LED jednoduchý: odpor  $R_6$ , 150  $\Omega$ , vedoucí od středu napájení GROUND (21), se přepíná jedním ze spínačů 1, 2, 3, na příslušný vývod DP.

U číselníku s LCD je obvod složitější. Segmenty číselníku se aktivují st napětím asi 50 Hz pravoúhlého průběhu, generovaným v převodníku, přičemž ss složka budicího napětí musí být menší než 50 mV, aby se segmenty LCD brzy „nevypálily“. Pro desetinnou tečku nezbyl však už vývod s budícím napětím a výrobce proto doporučuje obrátit polaritu st napětí na společné elektrodě BP (21) číselníku pomocí stupně s tranzistorem typu MOSFET IT 1750, viz obr. 3 na str. 2 návodu AO23.

Pokus vystačit s tuzemským typem KF521 se nezdařil; stupeň s KC507 poskytoval sice žádaný průběh, ale nastavení zanedbatelné ss složky bylo obtížné a nestálé. Nakonec byl použit způsob podle obr. 3. Mezi vývody  $V^+$  a TEST byl zařazen dělič 1:1, jímž je možno proti BP nastavit nulovou ss hodnotu a vývod použít vyobrazeným způsobem. Tečky jsou méně výrazné, ale zapojení je jednoduché a bezpečné (osmnáct měsíců uspokojivě pracuje). Nulová ss složka se nastaví pomocí ss milivoltmetru nebo voltmetru se spotřebou menší než 1  $\mu$ A, kterým lze rozlišit 50 mV.

Poměrové měření odporů je jednoduchá a výhodná metoda, vhodná pro číslicové přístroje, viz obr. 7a. Neznámý odpor  $R_x$  a známý odpor  $R_N$  s okrouhlou dekadickou hodnotou se spojí do série a vede se jimi též ss proud  $I$ . Na odporech přitom vzniknou napětí  $R_x I$  a  $R_N I$  a zavedou se na vstupy IN a REF. Pro základní jednotku a třímístný číselník platí základní vzorec, uvedený v odstavci Činnost zapojení. Dosaďme-li do něho dříve uvedené úbytky na odporech, můžeme krátit  $I$  a vyjde

$$R_x = R_N (\dot{U}_{DAJ}) / 1000.$$

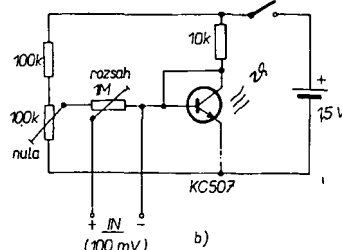
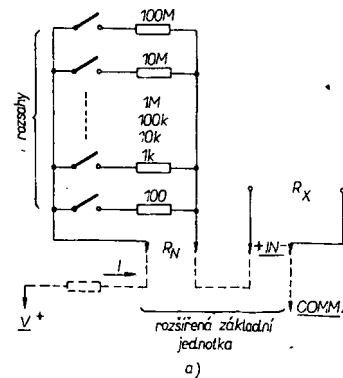
Přesnost údaje odporu závisí jen na jediné veličině, totiž  $R_N$ , na rozdíl od měření odporu se zdrojem proudu, při němž jsou zapotřebí referenční napětí, normálové odpory a navíc zesilovač. Pro dosažitelnou přesnost by měl být  $R_N$  s tolerancí 0,1 %; jinak získáme údaje s chybou použitých odporů  $R_N$ .

Pro využití poměrové metody je v obr. 3 spínač e, který umožňuje přerušit jinak obvyklé spojení REF.LO – COMM., dále spínač j, kterým se přes odpor 4,7 k $\Omega$  zavádí proud  $I$  do odporů; spínače s, t doplňují propojení vstupu převodníku. Sadu odporů  $R_N$  s přepínačem rozsahů lze vestavět do vhodného adaptéru. Uspořádání vyhovuje až do rozsahu 100 M $\Omega$ , a možná i více; směrem k menším odporům záleží jen na proudu  $I$ , který smíme z napájecího zdroje odebírat: pro rozsah a normálový odpor 100  $\Omega$  stačí 1 mA, přičemž rozlišení je 0,1  $\Omega$ .

Další možnosti rozšíření základní jednotky naznačuje symbol REF.EXT. v obr. 3. Při něm jsou vstupy REF. a IN volné. Připojíme-li k REF. např. Westonův článek, získáme velmi přesný měřicí rozsah do 2 V, ovšem s koeficientem 1,019, popř. tolik, kolik je právě napětí článku. Jiným použitím je měření teploty na základě teplotní závislosti napětí diody báze-emitor při stálém proudu. Toto napětí značně závisí na teplotě; se zvyšující se teplotou lineárně klesá o 2 až 3 mV na  $^{\circ}$ C; může tedy být citlivým indikátorem, od  $-50$  do  $+150$   $^{\circ}$ C s rozlišením 0,1  $^{\circ}$ C. Zapojení na obr. 7b obsahuje potřebné údaje; bylo upraveno podle dokumentace Intersil a bylo prakticky ověřeno.

### Konstrukční provedení

Mechanické provedení probíraných úprav je jednoduché, při práci používáme antistatické zabezpečení. Z desky s ploš-



Obr. 7. a – podstata poměrového měření odporu a zapojení příslušného adaptéru. Přesnost údaje závisí jen na přesnosti normálového odporu  $R_N$ ; b – adaptér pro číslicové měření teploty v rozmezí  $-50$  až  $+150$   $^{\circ}$ C s rozlišením 0,1  $^{\circ}$ C a lineární závislostí. Cejchuje se seřazením nuly při bodu mrazu a nastavení údaje 1000 potentiometrem ROZSAH při bodu varu

nými spoji vypájíme odpor R1 a „Trimpot“ R4; přípojný bod běžce R4 může být použit jako přívod REF. Hl. Přerušíme spojek J7 mezi REF. LO a COMM., na její místo přijde spínač e. Uvolníme z pájecích bodů na desce vývody R2 a C2, a to ty z nich, které jsou spojeny navzájem

a s jedním vývodem C3. Pro uvolnění vývody vyvrtáme ve vhodných místech desky pomocné otvory a zavlečením vývodů do nich příslušné součástky upevníme. Na vývody později připojíme spoje ke spínačům f, g a k připojeným součástkám 420 kΩ a 52 nF.

## Část druhá

Kompaktní řešení číslicového multimetru je přizpůsobeno možnostem amatérské výroby; přesto dosahuje určité úrovně jak po stránce funkce, tak co do vzhledu.

Vnější uspořádání znázorňují obr. 8 (2. str. obálky) a 9 a také obr. 1. Dvoudílná skříňka je zhotovena z novoduru tl. 3,5 mm a je navržena pro provozní polohu přístroje „naležato“ s vodorovným panelem, na němž jsou ovládací prvky

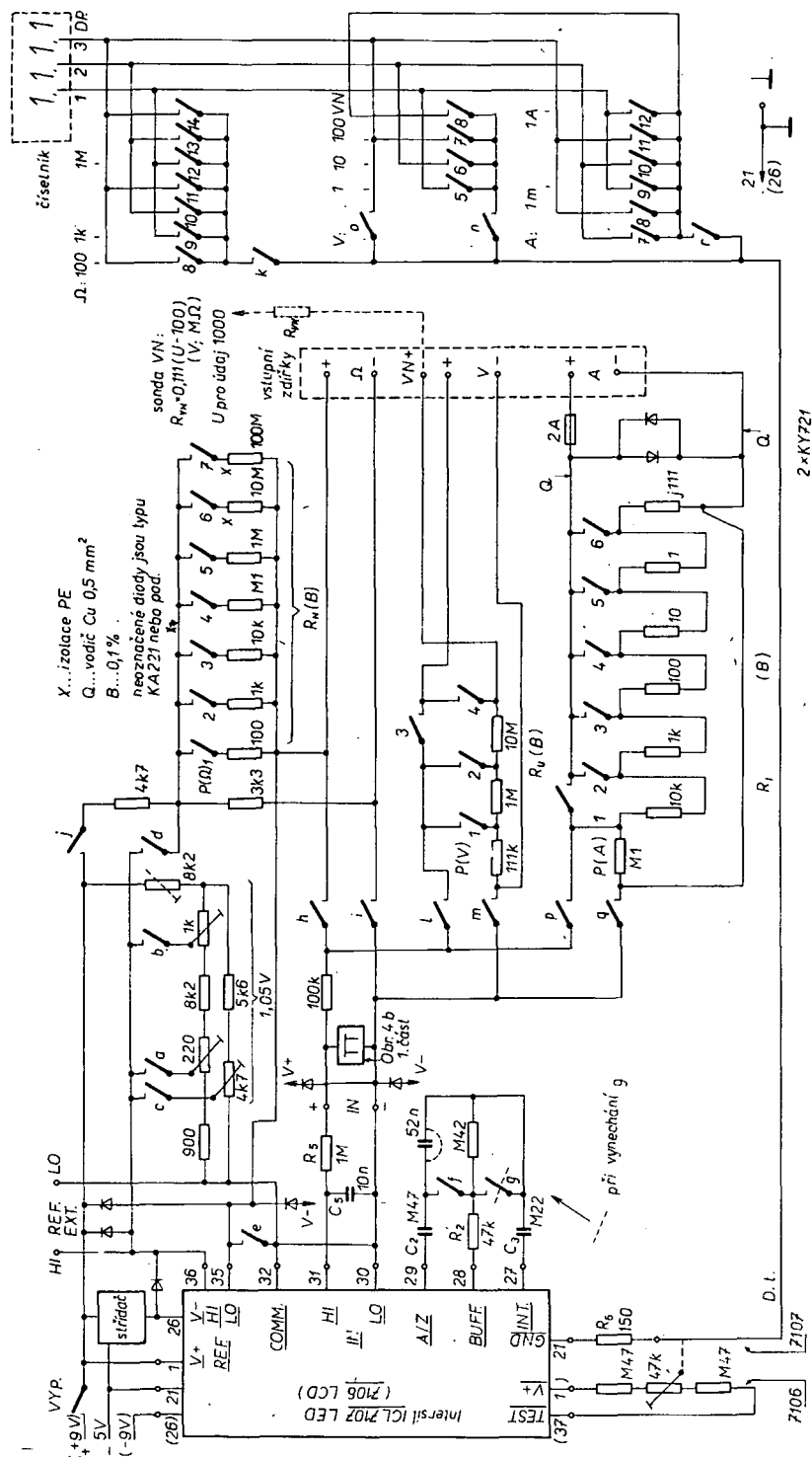
a zapuštěný průzor na číselník (s šikmým okénkem). Záměrem bylo, aby základní spojová deska mohla být použita vcelku a aby přesto v její blízkosti mohly být přepínače. Na odvrácené stěně vrchního dílu skříňky jsou tři hlavní měřicí vstupy, vstup pro vnější referenční napětí a u typu LED konektor pro nabíjení.

Uspořádání obvodu je neobvyklé tím, že pro základní obory měření napětí, odporu a proudu má přístroj samostatné

Tím je ukončena úprava základní číslicové jednotky, která umožní podstatně rozšířit její využití. Všecko, co přitom bylo vykonáno a vyzkoušeno, se hodí i pro další etapu, tj. pro konstrukci multimetru se všemi až dosud probranými možnostmi měření v jediné skříňce.

## Celkové zapojení

Celkové zapojení multimetru na obr. 10 je v hlavních rysech shodné se zapojením rozšířené základní jednotky na obr. 3.



P (A)	1	2	3	4	5	6
10 μ	•	•	•	•	•	•
100 μ	•	•	•	•	•	•
1 m	•	•	•	•	•	•
10 m	•	•	•	•	•	•
100 m	•	•	•	•	•	•
1 A	•	•	•	•	•	•

P (Ω)	1	2	3	4	5	6	7	8
100 Ω	•	•	•	•	•	•	•	•
1 k	•	•	•	•	•	•	•	•
10 k	•	•	•	•	•	•	•	•
100 k	•	•	•	•	•	•	•	•
1 M	•	•	•	•	•	•	•	•
10 M	•	•	•	•	•	•	•	•
100 M	•	•	•	•	•	•	•	•

P (V)	1	2	3	4	5	6	7	8
1,000 mV	•	•	•	•	•	•	•	•
10	•	•	•	•	•	•	•	•
100	•	•	•	•	•	•	•	•
VN	•	•	•	•	•	•	•	•

obor	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
100 mV	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ω	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
ADJ	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
EXT	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

WK533.01 nebo WK 53305

WK533.17 „čbo WK 533.25

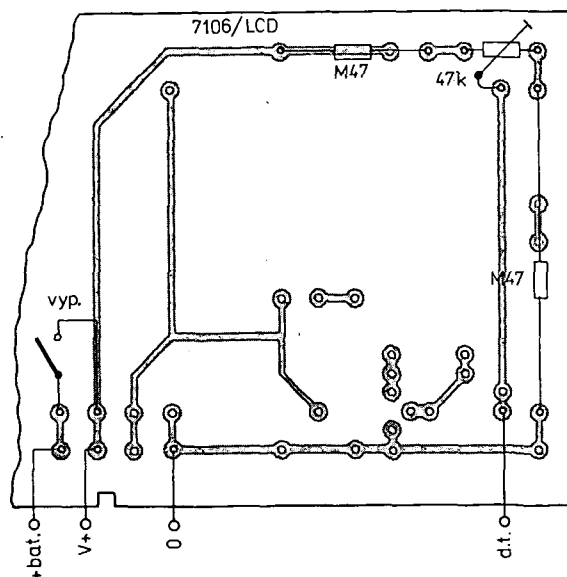
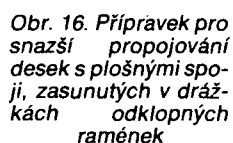
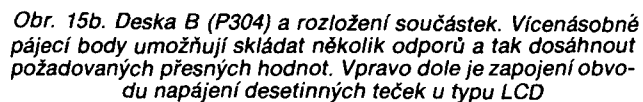
WK533.42

Obr. 10. Zapojení multimetru, odvozené z rozšířené úpravy základní jednotky na obr. 3 v 1. části. V závorkách jsou uvedeny rozdílnosti pro typ 7106 (LCD). Označení převzatá z dokumentace Intersil jsou podtržena

měru. Proto je vhodné provlékat kablíky dírkami v desce i s izolací a pájet jej na příslušný vodič až o několik milimetrů dále, aby v místě průchodu zůstal ohebný. V nouzi vyhoví i plný vodič o průměru 0,4 mm. Spojce označené Q v obr. 10 a přívody baterie by měly mít průřez aspoň 0,2 mm<sup>2</sup>. Některé podrobnosti konstrukce jsou patrné na obr. 17 (2. str. obálky) a 18 (na 3. str. obálky).

Oživování je proti „nástavbové“ úpravě kompaktního provedení multimetru o to napínavější, že se v něm častěji může vyskytnout opomenutí nebo nesprávnost. Účelný postup je tento:

Základní jednotku, předtím už vyzkoušenou v rozšířené podobě, zkontrolujeme





tak, že zapojíme nakrátko vývody +IN – přímo na základní desce, přičemž údaj má být 000. Zároveň se přesvědčíme, zda napájecí napětí je  $5\text{ V} \pm 10\%$  (obvod pracuje i při napětí menším).

Obor 100 mV ověříme cejchovacím zdrojem podle obr. 5c, a je-li dostatečně přesný, seřídíme souhlas údaje referenčním napětím na trimru 220  $\Omega$ . Totéž provedeme trimrem 1 k $\Omega$  v oboru V na rozsahu 1 V. Rozsahy 10 a 100 V ověříme vhodnými zdroji.

Obor ADJ. ověříme připojením napětí 0,1 V na vstup V, přičemž údaj má být nastavitelný asi od 0,200 do přeplnění. Obor REF. EXT. není třeba ověřovat, pracují-li předchozí správně; přepneme-li na EXT., spojíme-li vstupní zdíčku +V se zdíčkou REF. EXT. HI a přivedeme-li na zdíčky +V – jakékoli napětí menší než 1,5 V, má se na číselníku objevit údaj 1000. Odchylka do 0,2 % je způsobena termoelektrickým jevem v přívodech a může být zanedbána.

Obor  $\Omega$  vyzkoušíme tak, že na vstup  $\Omega$  připojíme odporovou dekadu Metra XL6 (od 0,1  $\Omega$  do 111,1... k $\Omega$ ) nebo L 111 (od 10  $\Omega$  do 11,1... M $\Omega$ ). Přesnost údaje závisí na přesnosti normálových odporů; značný nesouhlas by znamenal chybu

v zapojení. Vyšší rozsahy, zejména 100 M $\Omega$ , se ustalují po dobu několika sekund.

Obor A ověříme improvizovaným zdrojem proudu, nejlépe baterií s napětím aspoň 9 V, zapojenou v sérii s některou z uvedených dekád. Je-li napětí řádově větší než největší úbytek na bočníku, tj. 0,2 V, stačí k určení proudu Ohmův zákon. Pro největší rozsahy obyčejné baterie nestačí a je nutno použít síťový zdroj s oddělovacím transformátorem. Není-li jeho výstup filtrován, počítejme s kolísáním údaje, protože součástky R3 a C4, dodávané se stavebnicí, neposkytují při síti 50 Hz integrační dobu rovnou celistvému násobku (vyhovují při 60 Hz). Největší rozsahy s bočníky 1  $\Omega$  a 0,111  $\Omega$  vyžadují zpravidla dodatečné seřízení, i když byly bočníky předem nastaveny, protože se při zapájení do desky obyčejně citelně změní.

Tím je ožívování ukončeno. Probíhá ovšem pomaleji než popis, občas je nutné hledat chybu v zapojení prohlídkou nebo ohmmetrem s napětím menším než 10 V. Zejména při tom, ale raději i při celém ožívování používáme antistatické ochrany podle obr. 4.

Tím končí i naše pojednání. Práce se zhotovením popisované konstrukce je náročnější ve srovnání s běžnou radiokonstruktorskou prací a opatřování speciálních součástek není snadné ani levné. Proto ten, kdo nebude kromě praktického cíle přitahován také vyhlídkou na nevšední konstruktérský zážitek, by měl raději počkat, až si bude moci opatřit číslicový přístroj už hotový.

## Literatura

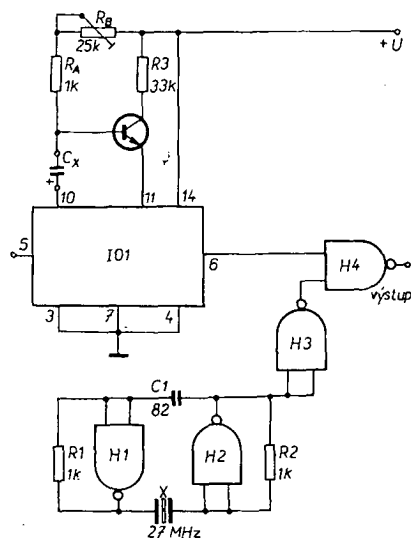
- [1] Tematický přehled článků. Amatérské radio B6/1979, s. 227 až 230, 246.
- [2] Integrovaný obvod ICL7106. Amatérské radio A7/1980.
- [3a] Jánošík, F.: Číslicový multimeter. Amatérské radio A2/1974.
- [3b] Haas, K.; Švestka, M.; Zúška, J.: Číslicové multimetry. Amatérské radio B5/1976.
- [3c] Kohout, L.: Digitální multimetr v jednom pouzdře. Amatérské radio B2/1979.
- [4] Šebor, M.: Ohýbací technologie termoplastových desek. Sdělovací technika 26 (1978), č. 1.

## Doplňek pro měření kapacit k čítači

Délka trvání impulsu monostabilního klopného obvodu UCY74121 je dána vztahem

$$t = RC \ln 2.$$

Má-li R konstantní odpor ( $\ln 2$  je konstanta), je délka impulsu lineárně úměrná kapacitě C. Z toho vychází zapojení jednoduchého doplňku k čítači pro měření kapacit. Odpor R je tvořen sériovou kombinací  $R_A$  a  $R_B$ , na místě C je měřený kondenzátor  $C_x$ . Na vývod 5 IO1 se přivádí



UCY74121 KC509, KC149 ap. MH7400

Obr. 1. Doplněk pro měření kapacit

hradlovací impuls z čítače. Ten spustí monostabilní klopný obvod, který zůstane překlopen po dobu danou výše uvedeným vztahem. Po tuto dobu je otevřeno hradlo H4, takže impulsy z oscilátoru, tvořeného hradly H1 a H2, mohou procházet na výstup. Počet prošlých impulsů (na čítači ukázaný kmitočet) je přímo úměrný kapacitě  $C_x$ .

V oscilátoru je použit běžný krystal 27 MHz, který zde kmitá na svém základním kmitočtu 9 MHz. Vzhledem k tomu, že stabilita obvodu i jeho teplotní závislost ovlivňují měření, je nutné vybírat kvalitní a stabilní součástky.

Nastavení obvodu je jednoduché. Po připojení kondenzátoru známé kapacity  $C_x$  se nastaví trimrem  $R_B$  kapacita tohoto kondenzátoru na displeji čítače. Vzhledem k tomu, že závislost kmitočtu na kapacitě  $C_x$  je lineární, lze použít k nastavení kondenzátor libovolné známé kapacity v rozsahu 1 nF až 1  $\mu\text{F}$ . Čítač ukazuje na nejnižším místě desítky pikofaradů.

Měřicí rozsah lze rozšířit až do 1000  $\mu\text{F}$ , změníme-li velikost  $R_A$  a  $R_B$  na stovky  $\Omega$ .

Elektron

-ak

## Jednoduchý generátor signálu trojúhelníkovitého průběhu

Využijeme-li „setrvačnosti“ operačního zesilovače, je možné sestavit s několika součástkami generátor signálu trojúhelníkovitého průběhu (obr. 1). Místo uvedeného operačního zesilovače MAA741 je možné použít i jiné pomalejší typy operačních zesilovačů.

Po zapnutí se nabíjí kondenzátor C1 přes potenciometr R1. Když dosáhne napětí na kondenzátoru velikosti

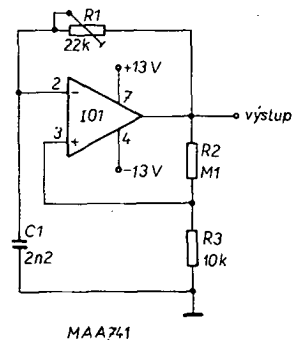
$$U_c \geq \frac{U_{\text{výst}}}{11},$$

objeví se na invertujícím vstupu kladné

napětí a napětí na výstupu se začne zmenšovat. Rychlost reakce závisí na vlastnostech použitého operačního zesilovače. Po určité době se zmenší výstupní napětí natolik, že se začne kondenzátor C1 vybíjet přes R1. Bude-li napětí na kondenzátoru  $U_c$

$$U_c \leq \frac{U_{\text{výst}}}{11},$$

bude napětí na invertujícím vstupu (3) záporné, výstupní napětí se začne opět zvětšovat a celý děj se opakuje.



Obr. 1. Schéma jednoduchého generátoru

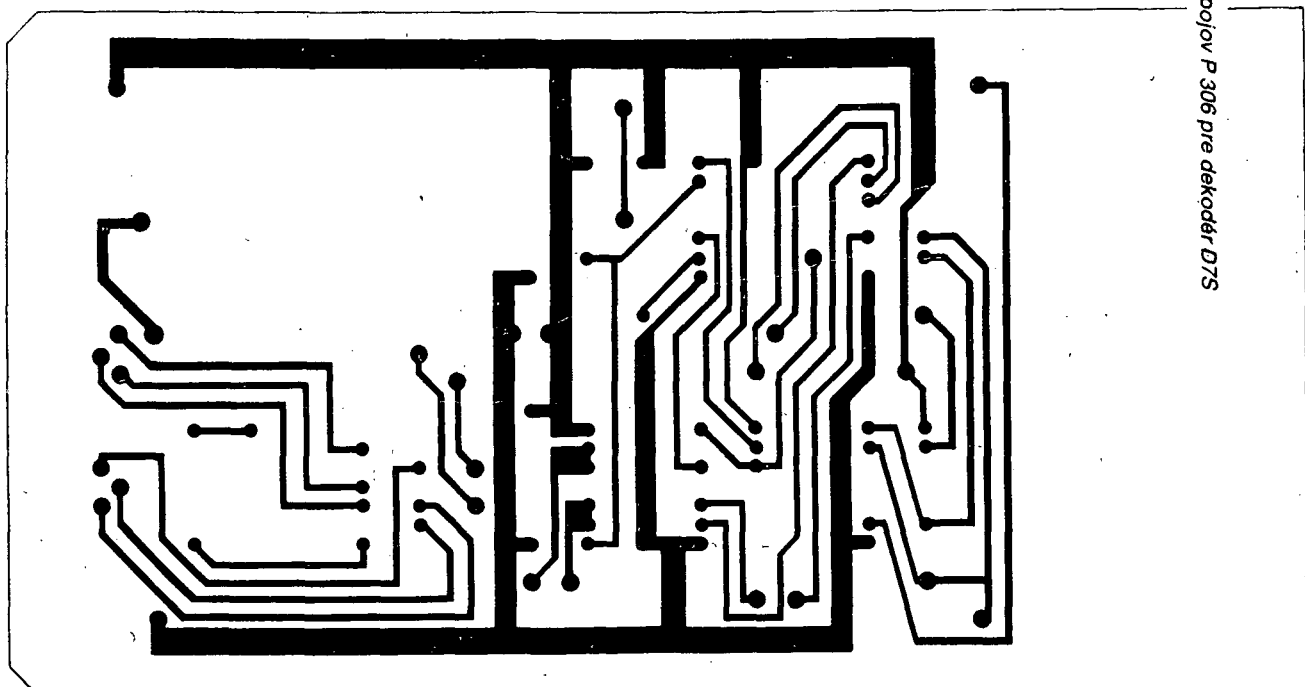
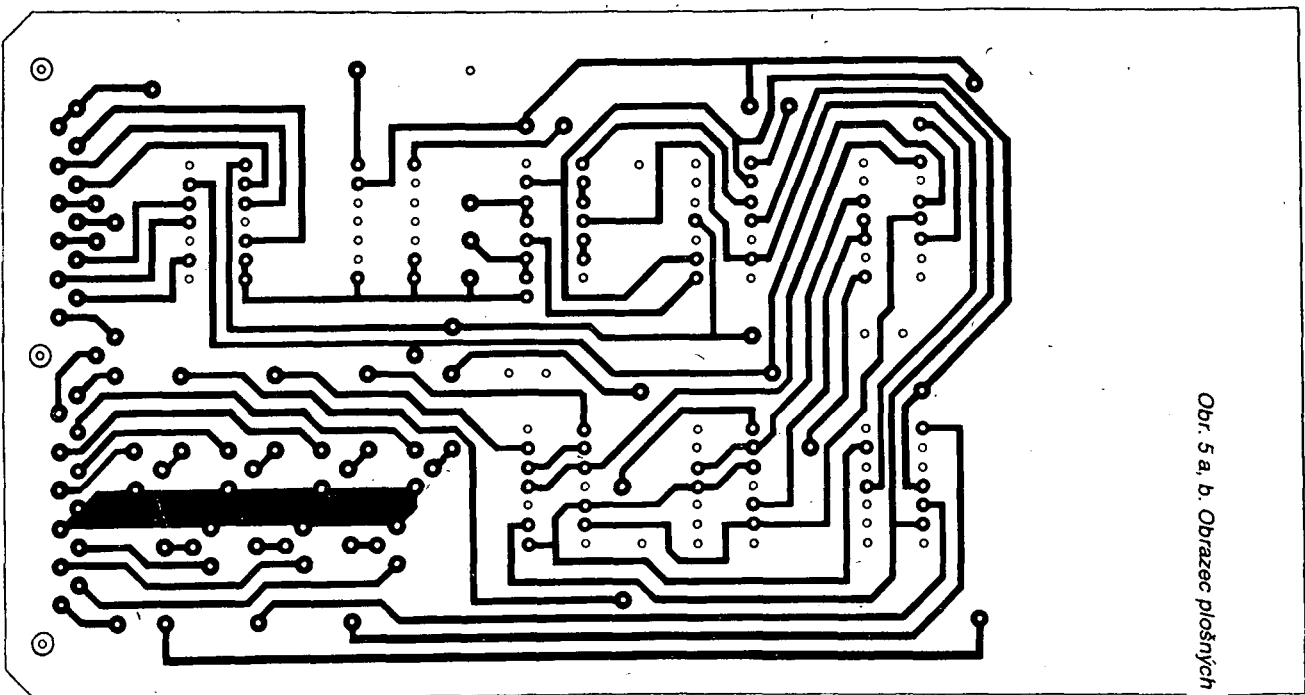
S uvedenými hodnotami součástek kmitá zapojení v rozmezí 15 až 70 kHz. Na nižších kmitočtech (do 20 kHz) nemá výstupní signál čistě trojúhelníkový průběh. Napájecí napětí není kritické, ovlivňuje však amplitudu výstupního signálu. Amplituda rovněž klesá s rostoucím kmitočtem, protože rychlost nabíjení zůstává konstantní. Je-li při kmitočtu 15 kHz amplituda asi 25 V, je při 70 kHz už pouze 5 V.

Elektron

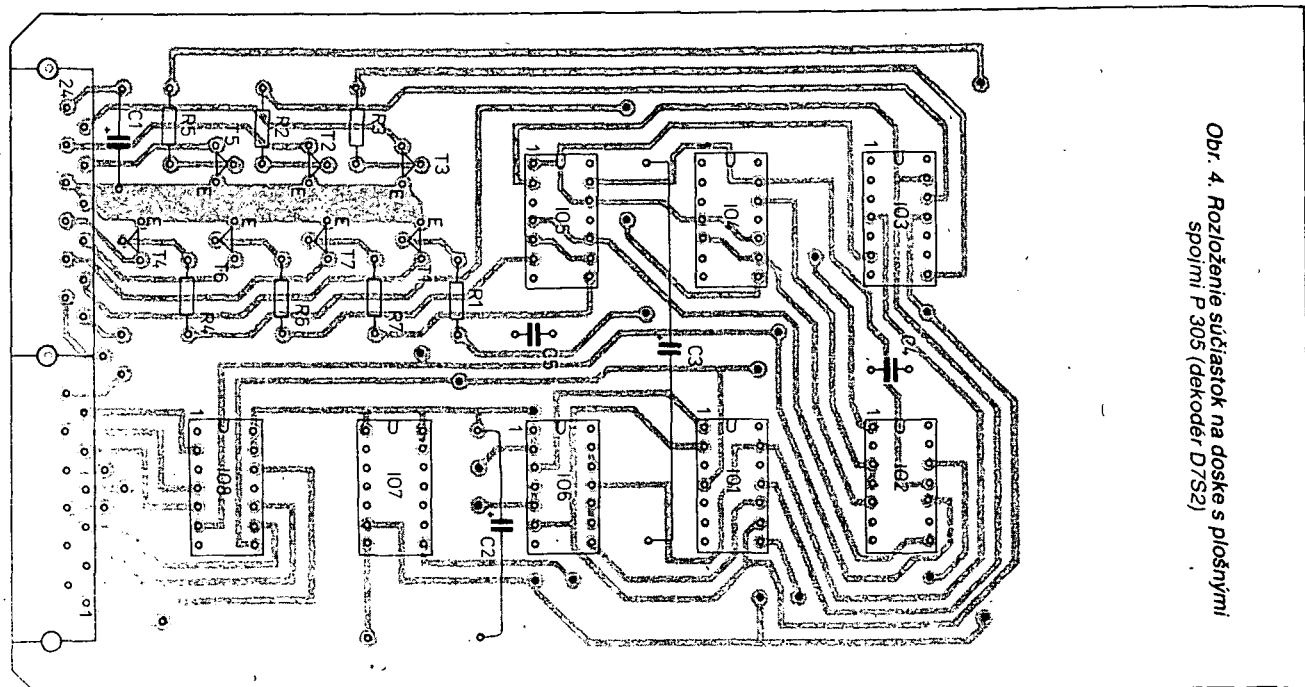
-ak



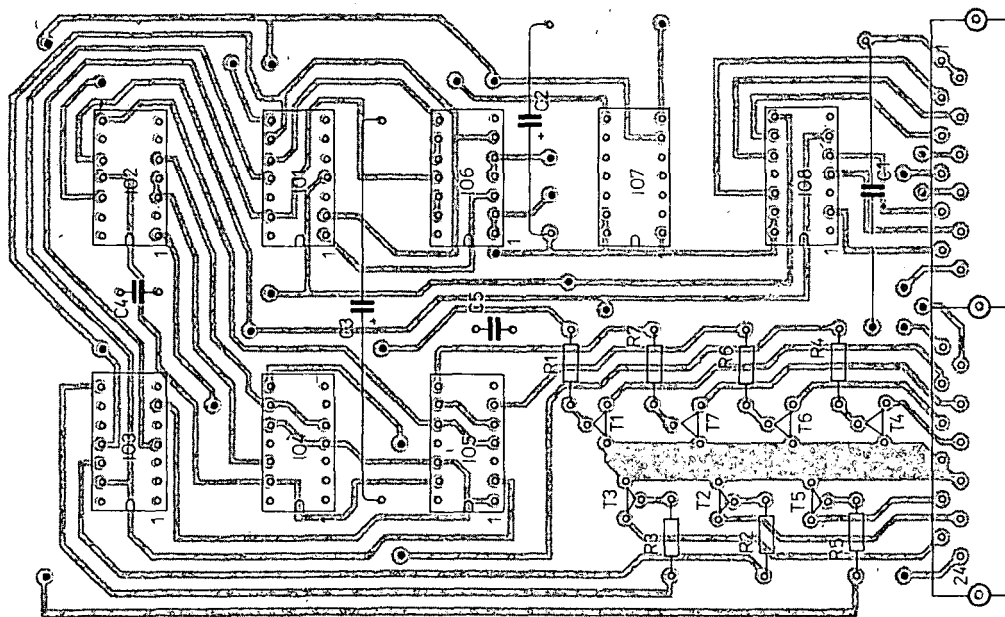
Obr. 5 a, b. Obrazec plošných spojů P 306 pro dekódér D7S



Obr. 4. Rozloženie súčiastok na doske s plošnými spojmi P 305 (dekódér D7S2)



Obr. 6. Rozloženie súčiastok na doske s plošnými spojmi P 306 (dekodér D7S)

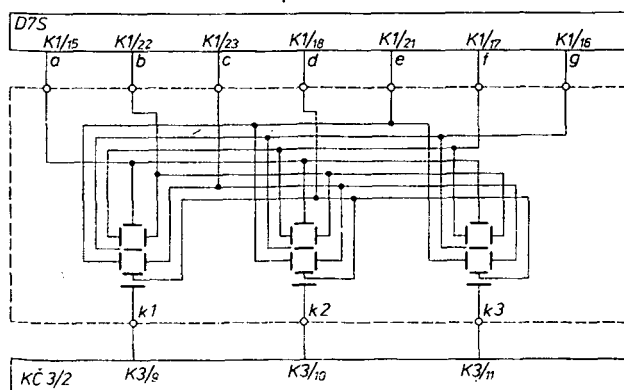


Doska dekodéra je navrhnutá ako jediný obojstranný plošný spoj šírky 80 mm vzhľadom k väčšiemu počtu vývodov. Na doske sú zároveň umiestnené výkonové spínacie tranzistory. Vzhľadom k možnému zaobstaraniu zahraničných sedemsegmentových zobrazovacích jednotiek (napr. DL704 – AR B2/78) sú navrhnuté dva druhy dosky dekodéra.

Plošný spoj D7S2 je určený pre sedemsegmentové zobrazovacie jednotky so spoločnou anódou LQ410 v katódovom prepínaní (zapojenie obr. 7) a plošný spoj D7S je určený pre sedemsegmentové zobrazovacie jednotky so spoločnou katódou v anódovom prepínaní (zapojenie obr. 8). Vzhľadom k tomu, že by bol potrebný veľký počet IO pre viac zobrazovacích jednotiek, bolo základné zapojenie číslícového merača frekvencie navrhnuté v dynamickom režime sedemsegmentového displeja.

#### Použitá literatúra

Budínský, J.: Polovodičové obvody pro číslícovou techniku. AR 12/75, RK 5/75, AR B2/78

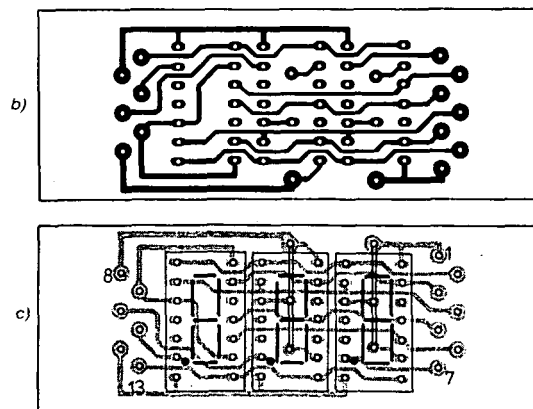
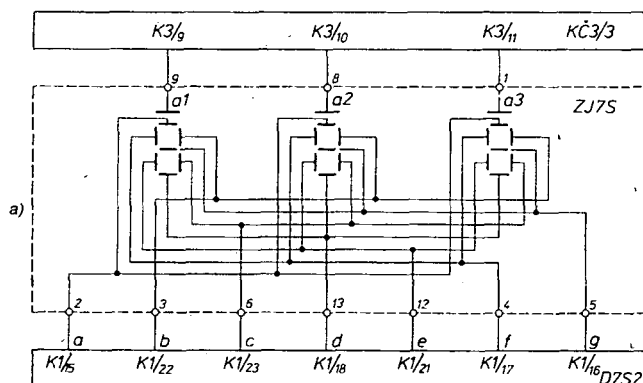


Obr. 7. Zapojenie sedemsegmentovej zobrazovacej jednotky (spoločná anóda)

#### Zapojenie vývodov konektorové vidlice K1/01 (plošný spoj P306-D7S):

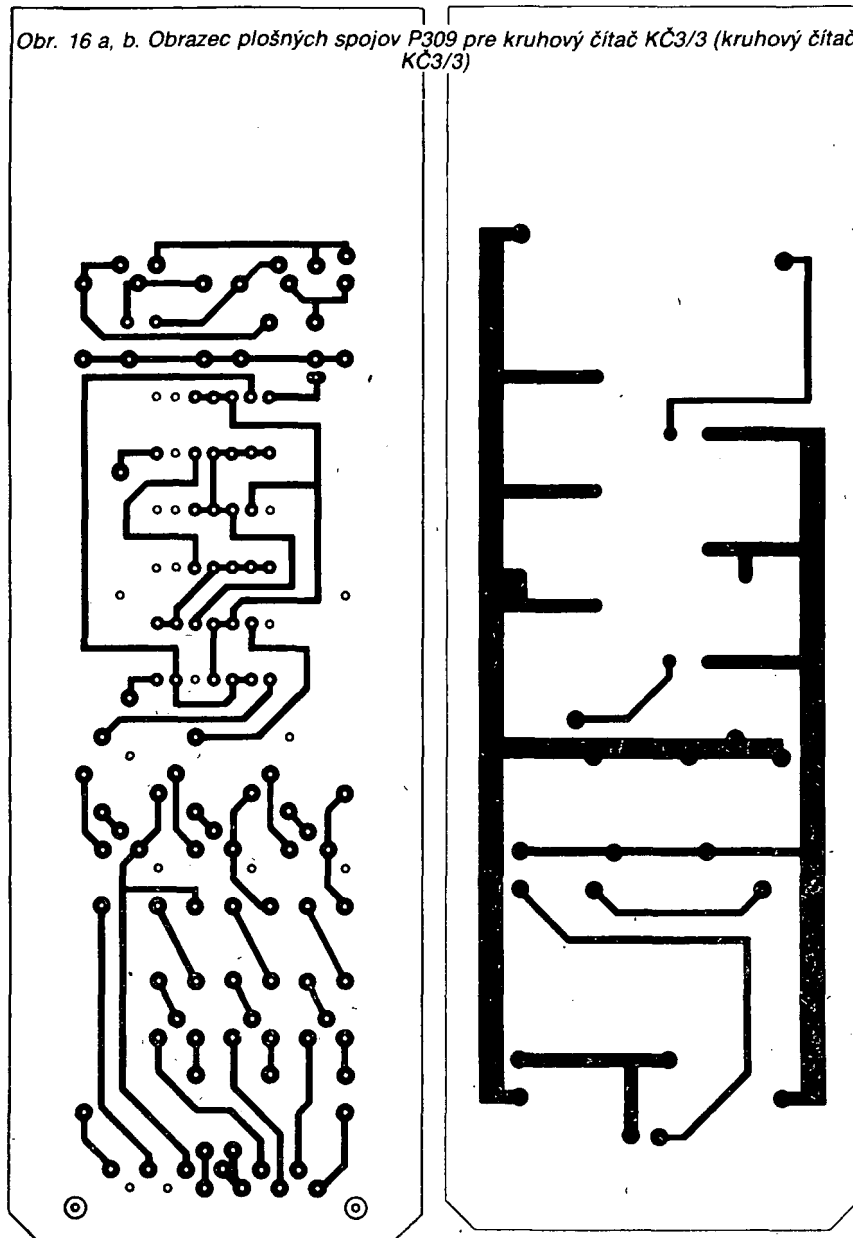
- |    |                          |    |                          |
|----|--------------------------|----|--------------------------|
| 01 | záporný pól napájania    | 08 | výstup D tretieho čítača |
| 02 | záporný pól napájania    | 09 | výstup C prvého čítača   |
| 03 | výstup A prvého čítača   | 10 | výstup C druhého čítača  |
| 04 | výstup A druhého čítača  | 11 | výstup C tretieho čítača |
| 05 | výstup A tretieho čítača | 12 | výstup B prvého čítača   |
| 06 | výstup D prvého čítača   | 13 | výstup B druhého čítača  |
| 07 | výstup D druhého čítača  | 14 | výstup B tretieho čítača |

- |    |                                       |
|----|---------------------------------------|
| 15 | anóda segment a                       |
| 16 | anóda segment g                       |
| 17 | anóda segment f                       |
| 18 | anóda segment d                       |
| 19 | +U <sub>cc</sub>                      |
| 20 | +U <sub>cc</sub>                      |
| 21 | anóda segment e                       |
| 22 | anóda segment b                       |
| 23 | anóda segment c                       |
| 24 | +U <sub>cc</sub> pre číslícové obvody |

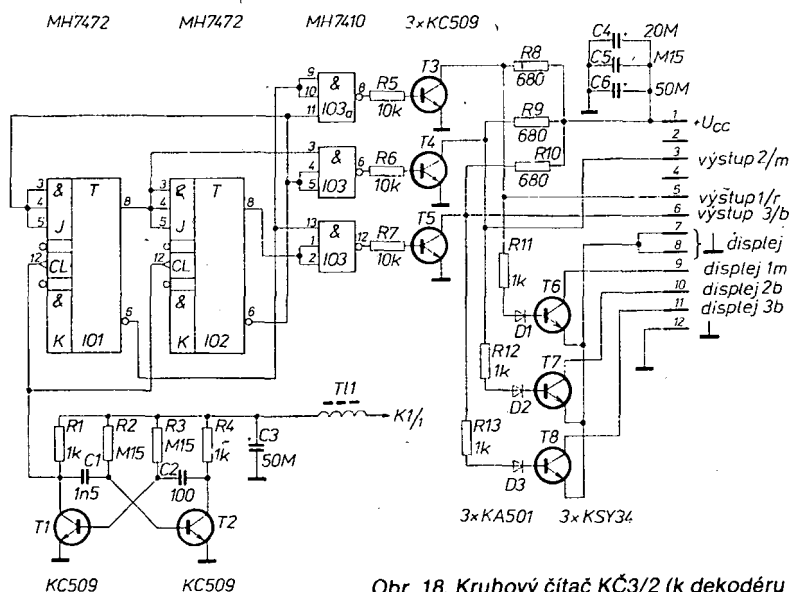
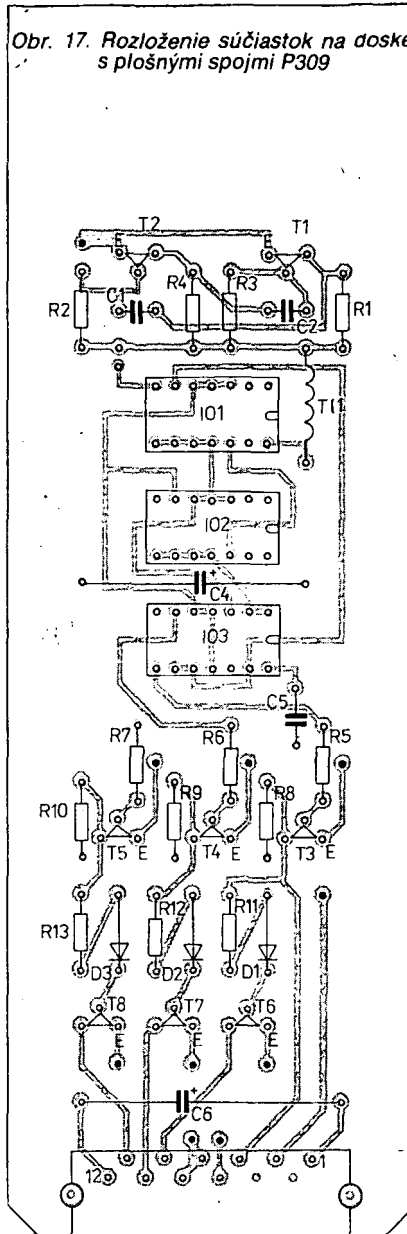


Obr. 8. a) Zapojenie sedemsegmentovej zobrazovacej jednotky (spoločná katóda), b, c) Obrázec plošných spojov a rozloženie súčiastok na doske P307

Obr. 16 a, b. Obrazec plošných spojov P309 pre kruhový čítač KČ3/3 (kruhový čítač KČ3/3)



Obr. 17. Rozloženie súčiastok na doske s plošnými spojmi P309



Obr. 18. Kruhový čítač KČ3/2 (k dekodéru D7S)

razovacích jednotiek, aj doska kruhového čítača má dve riešenia, lišiac sa len v zapojení výkonových spínacích tranzistorov: modul KČ3/2 pre dekodér D7S a modul KČ3/3 pre dekodér D7S2.

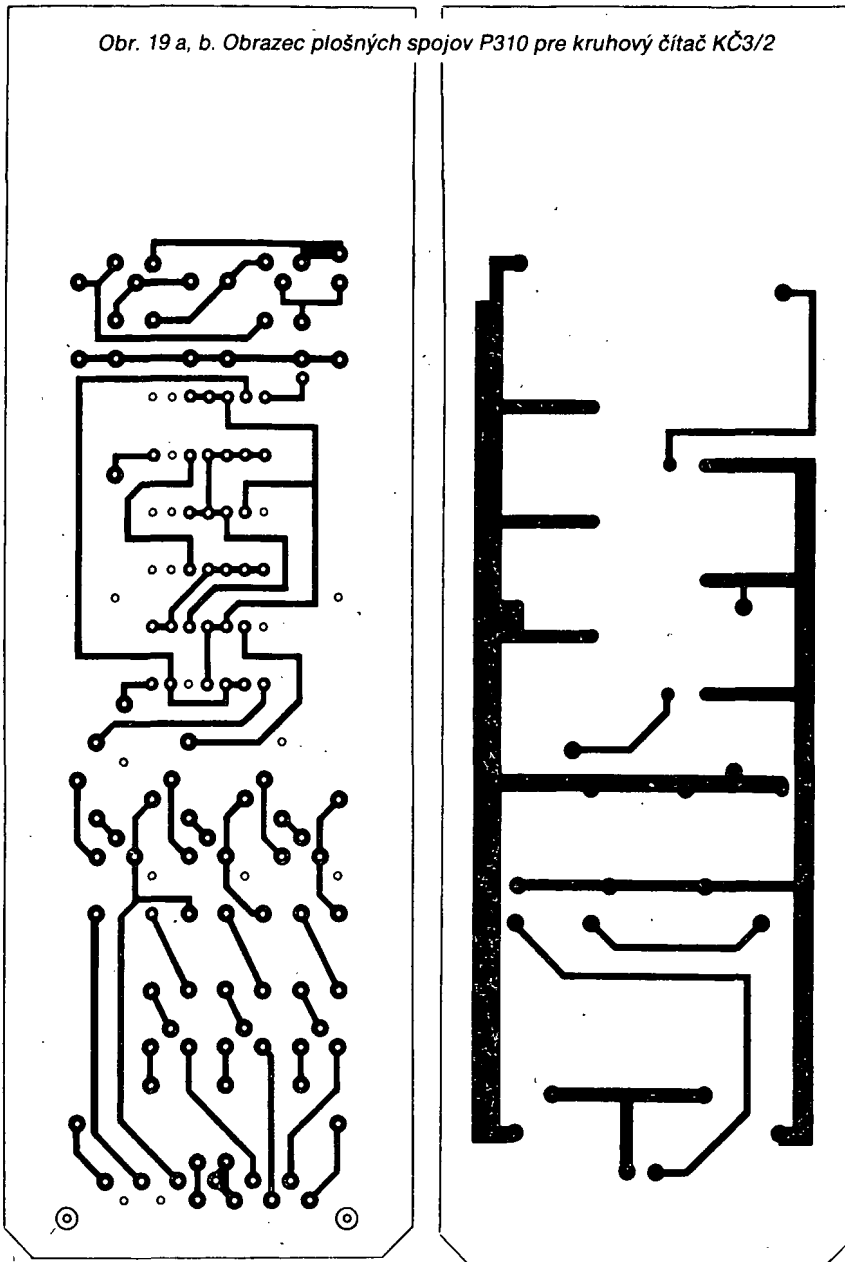
Stredný odoberaný prúd zo zdroja +5 V je priemerne 50 mA.

Zapojenie vývodov konektorovej vidlice K1/03 dosky KČ3/2

- |    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| 01 | nápnápníe +5 V                    |
| 02 | nezapojeníe                       |
| 03 | ku hradlu na plošnom spoji č. 6   |
| 04 | nezapojeníe                       |
| 05 | ku hradlu na plošnom spoji č. 5   |
| 06 | ku hradlu na plošnom spoji č. 7   |
| 07 | nápnápníe zem                     |
| 08 | nápnápníe zem                     |
| 09 | katóda zobrazovacej jednotky č. 1 |
| 10 | katóda zobrazovacej jednotky č. 2 |
| 11 | katóda zobrazovacej jednotky č. 3 |
| 12 | nápnápníe zem                     |

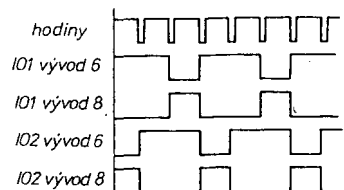
Kruhový čítač, použitý v tomto module, je možné nahradit zapojením kruhového posuvného registra podľa obr. 22.

Obr. 19 a, b. Obrazec plošných spojov P310 pre kruhový čítač KČ3/2



#### Literatúra

Aktivní stavební prvky TESLA. Leden '72.  
Sobotka, Z.: Kurs číslicové techniky. SNTL: Praha 1979.  
Budínský, J.: Polovodičové obvody pro číslicovou techniku. SNTL: Praha.  
Hrázský, J.; Andrlé, H.: Kurs elektronických obvodů pro průmyslovou automatiku. SNTL: Praha.

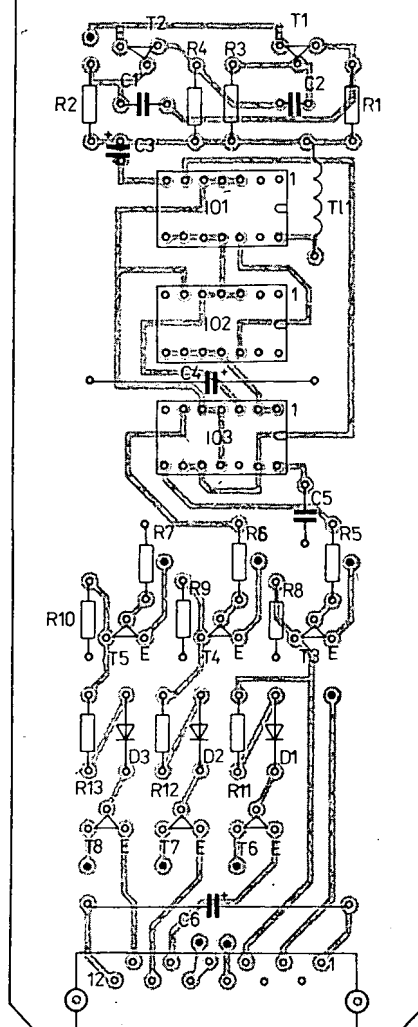


Obr. 21. Časový diagram kruhového čítača

Tab. 2.

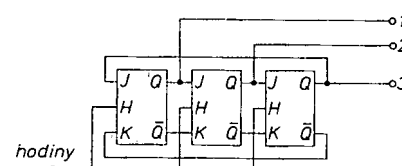
Vývod IO3	09,10	11	03	04,05	13	01,02
1 vstup	1	1	0	1	1	0
výstup	0		1		1	
2 vstup	0	1	1	1	0	0
výstup	1		0		1	
3 vstup	1	0	0	0	1	1
výstup	1		1		0	
4 vstup	0	1	1	1	0	0
výstup	0		1		1	
5 vstup	0	1	1	1	0	0
výstup	1		0		1	

Obr. 20. Rozloženie súčiastok na doske s plošnými spojmi P310 pre kruhový čítač KČ3/2

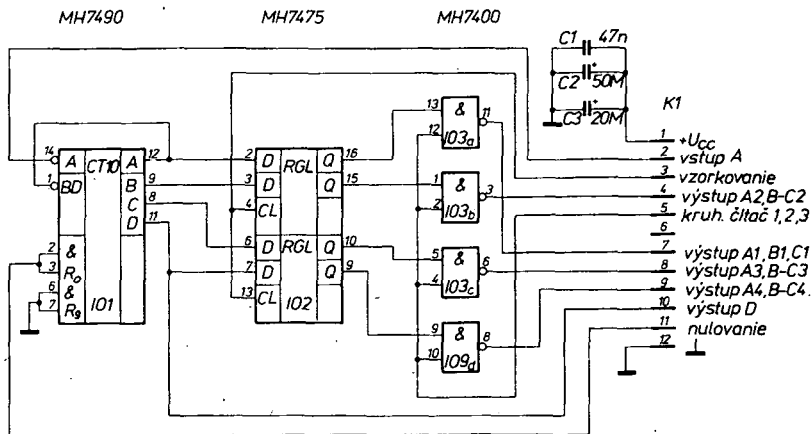


Zapojenie vývodov konektorovej vidlice KI/13 dosky KČ3/3

- 01 napájanie +5 V
- 02 nezapojené
- 03 ku hradľu na plošnom spoji č. 6
- 04 nezapojené
- 05 ku hradľu na plošnom spoji č. 5
- 06 ku hradľu na plošnom spoji č. 7
- 07 napájanie +5 V
- 08 napájanie +5 V
- 09 anóda zobrazovacej jednotky č. 1
- 10 anóda zobrazovacej jednotky č. 2
- 11 anóda zobrazovacej jednotky č. 3
- 12 napájanie zem



Obr. 22. Kruhový posuvný register



Obr. 29. Jednotka čítača s pamäťou ČP 567

Zapojenie vývodov konektrovej vidlice  
(K1/05, 06, 07) ČP 567

- |    |   |
|----|---|
| 01 | napájanie +5 V  |
| 02 | u prvého modulu vstup $f_x$ prepojenie na K4/09, pre ďalšie moduly prepojiť výstup D predchádzajúceho (K5/10, K6/10). |
| 03 | vstup vzorkovacieho impulzu z modulu DPO1-K4/10   |
| 04 | výstup B čítača (A2, B2, C2) na dekodér   |
| 05 | pripojenie kruhového čítača (ČP5-1, ČP6-2, ČP7-3)   |
| 06 | nezapojené  |
| 07 | výstup A čítača (A1, B1, C1) na dekodér   |
| 08 | výstup C čítača (A3, B3, C3) na dekodér   |
| 09 | výstup D čítača (A4, B4, C4) na dekodér   |
| 10 | výstup D na ďalší modul do K6/02, K7/02 u modulu ČP7 výstup do modulu DPO1-K4/03                                      |
| 11 | nulovanie čítačov prepojené do DPO1 K4/11   |
| 12 | napájanie zem   |

Soznam súčiastok ČP 567  
(Doska čítača)

Kondenzátory

- |    |                               |
|----|-------------------------------|
| C1 | 47 nF, TK 782, keramický      |
| C2 | 50 μF, TE 152, elektrolytický |
| C3 | 20 μF, TE 981, elektrolytický |

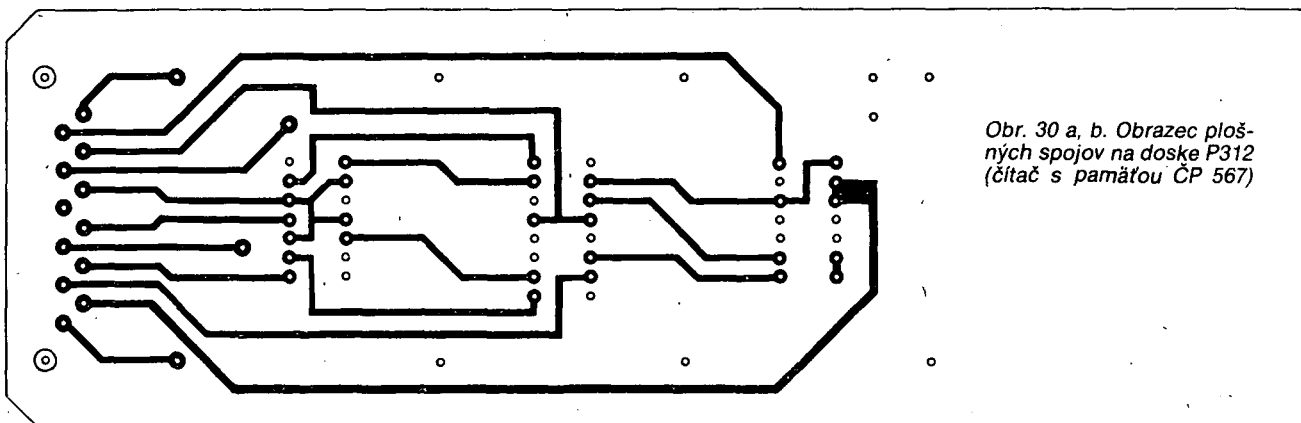
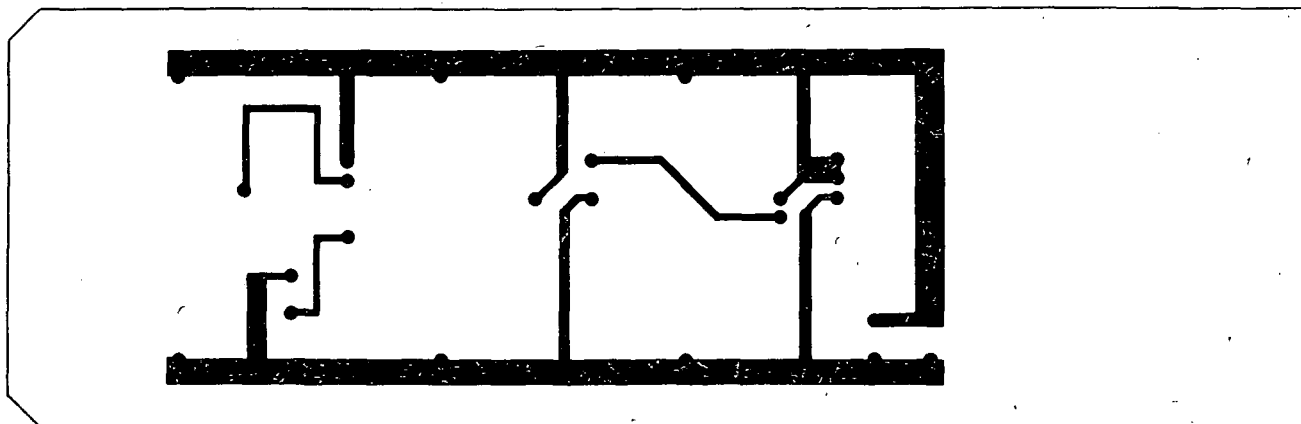
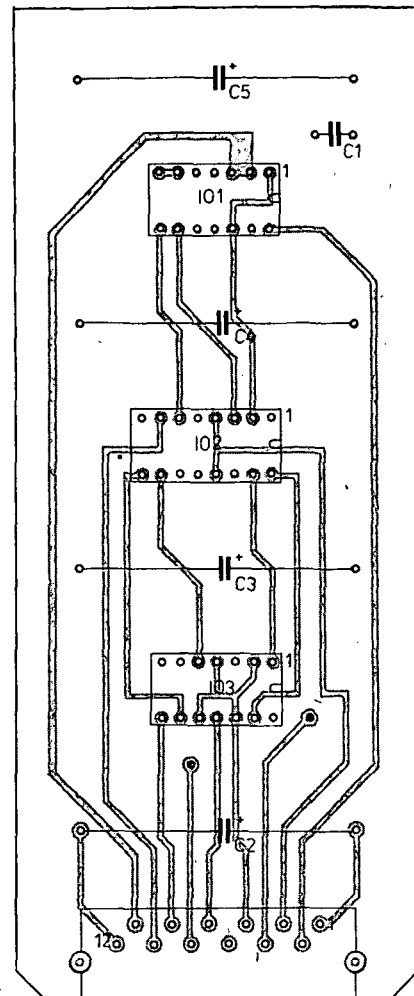
Integrované obvody

- |     |        |
|-----|--------|
| IO1 | MH7490 |
| IO2 | MH7475 |
| IO3 | MH7400 |

Ostatné

- |                               |
|-------------------------------|
| konektorová vidlica WK 46 205 |
|-------------------------------|

Obr. 31. Rozloženie súčiastok na doske  
s plošnými spojmi P312 pre čítač s pamäťou ČP 567



Obr. 30 a, b. Obrázec ploš-  
ných spojov na doske P312  
(čítač s pamäťou ČP 567)

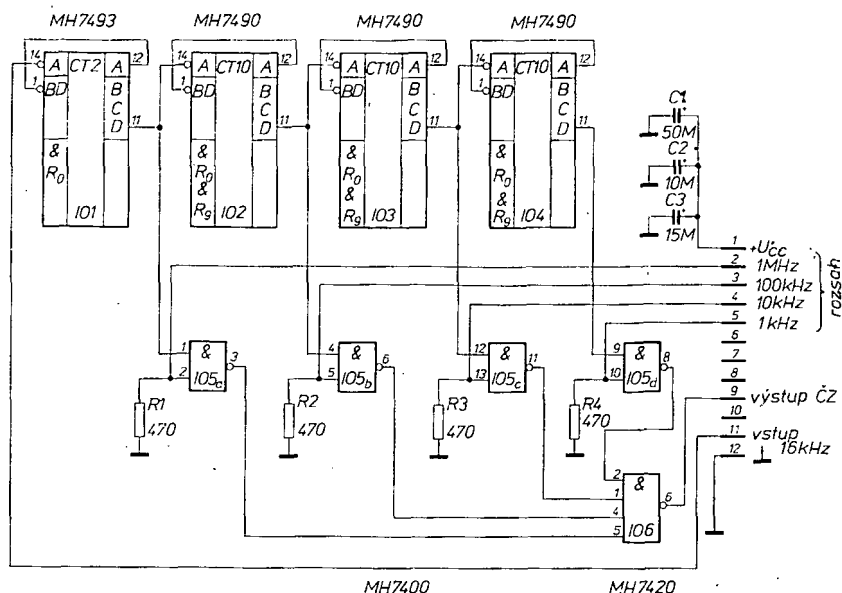
## Modul časovej základne ČZO 2 (obr. 32 až 34)

Zapojenie časovej základne je na obojstrannom plošnom spoji, kmitočť kryštá-  
lom riadeného multivibrátora je 16 kHz;  
preto ako prvá delička je použitý dvojkový  
čítač (MH7493), na výstupe  $f = 1$  kHz,  
výstup je vedený na dvojitý vstup hradla  
NAND, ktorého druhý vstup je pripojený  
cez odpor 470  $\Omega$  na úroveň log. 0 a na  
ďalšie deličky (desiatkový čítač MH7490)  
na 100 Hz, 10 Hz, 1 Hz. Napätia z deličiek  
sú privádzané na elektronický prepínač  
z dvojitých vstupov hradla MH7400. Zo-  
pnutie zvoleného rozsahu časovej základ-  
ne je prevádzané privedením log. 1 cez  
odpor 270  $\Omega$  na uzemnený vstup. Výstupy  
hradiel sú privedené do štvorvstupového  
hradla NAND (MH7420) a z jeho výstupu je  
vyvedená časová základňa do dosky po-  
mocných obvodov.

Zapojenie vývodov konektorovej vidlice  
KI/08 ČZ 02

- 01 napájanie +5 V
- 02 časová základňa 1 kHz (pre 3miestny displej  
je rozsah 1 MHz)
- 03 časová základňa 100 Hz (rozsah 100 kHz)
- 04 časová základňa 10 Hz (rozsah 10 kHz)
- 05 časová základňa 1 Hz (rozsah 1 kHz)
- 06 nezapojené
- 07 nezapojené
- 08 nezapojené
- 09 výstup časovej základne na DPO1 K4/06
- 10 nezapojené
- 11 vstup časovej základne 16 kHz na VZO2  
K9/05
- 12 napájanie zem

Odpory R1 a R2 sú umiestnené na prepí-  
nači rozsahov (Pr1ab) (obr. 35). Stredný  
odber zo zdroja +5 V je 125 mA.



Obr. 32. Časová základňa čítača ČZO 2

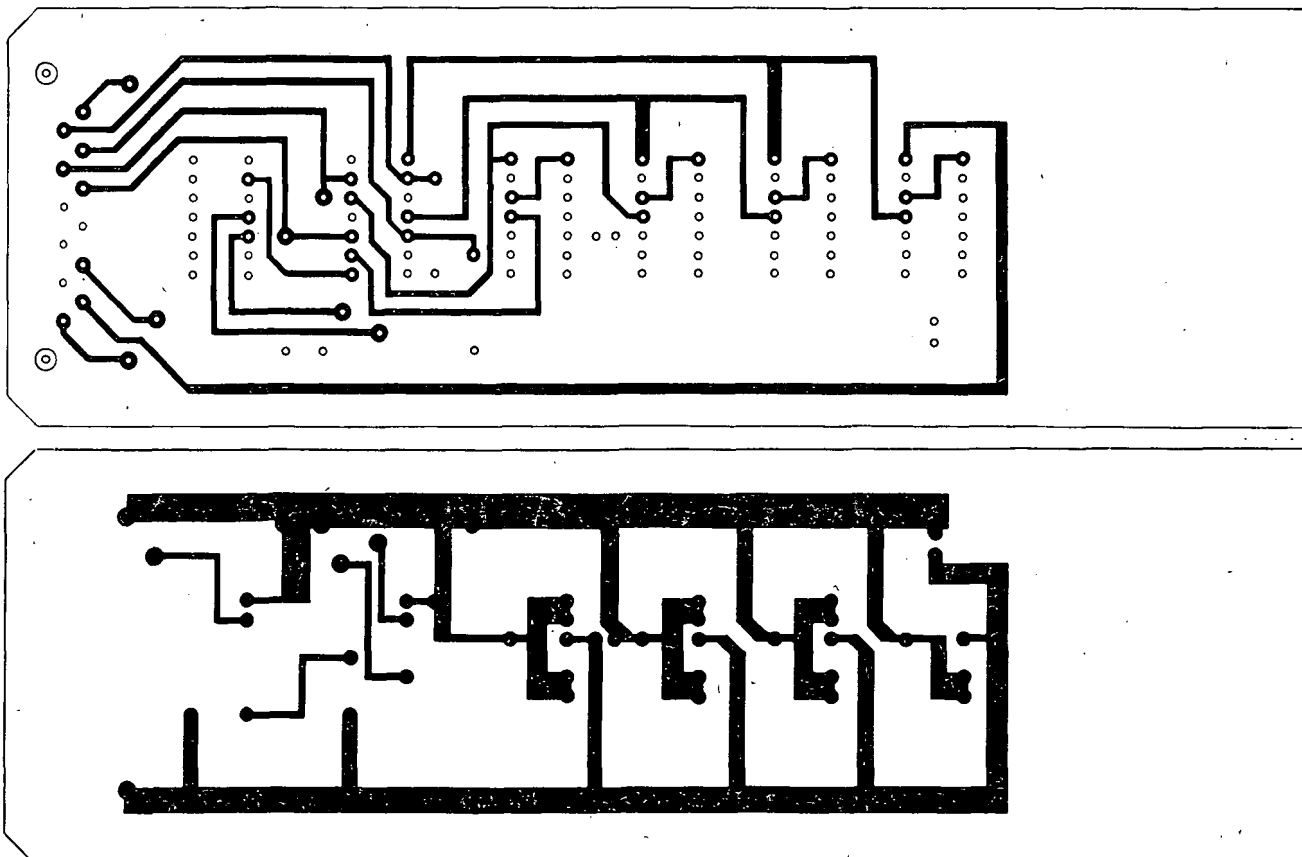
### Literatúra

Budínský, J.: Polovodičové obvody pro  
číslicovou techniku.  
Sobotka, Z.: Kurs číslicové techniky.  
Hrázský, J.; Andrlé, V.: Kurs elektronic-  
kých obvodů pro průmyslovou automa-  
tiku.  
AR 2/74.  
AR 3/74.

### Seznam součástek ČZO 2 (Časová základňa)

Odpory	
R1	470 $\Omega$ , TR 151
R2	470 $\Omega$ , TR 151
R3	470 $\Omega$ , TR 151
R4	470 $\Omega$ , TR 151
Kondenzátory	
C1	50 $\mu$ F, TE 152, elektrolytický
C2	10 $\mu$ F, TE 122, elektrolytický
C3	15 $\mu$ F, TE 121, elektrolytický

Obr. 33. Obrázek plošných spojov na doske P313 (časová základňa ČZO 2)



## 16x logický stav na obrazovce osciloskopu

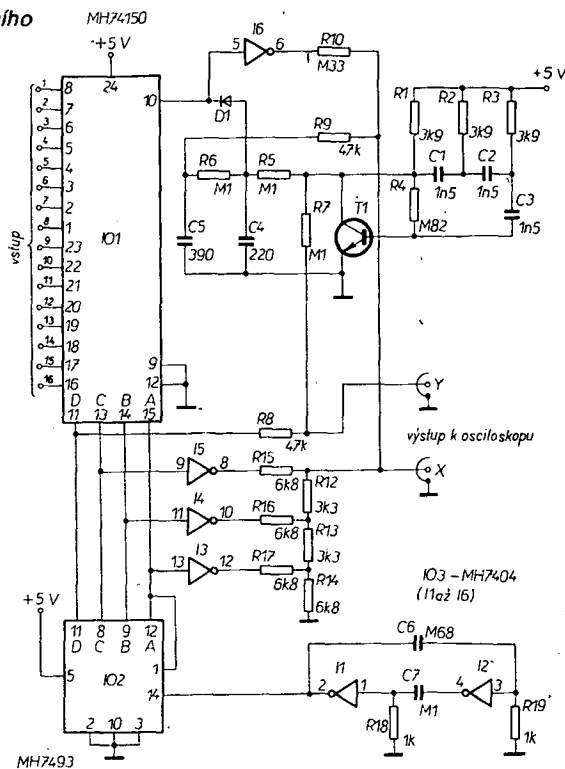
Zapojení na obr. 1. je další variantou řešení zobrazení logického stavu více různých míst současně na obrazovce osciloskopu. Měřená místa (až do počtu 16) se připojí na vstupy 1 až 16. Na obrazovce osciloskopu je ve dvou řádcích po osmi znacích znázorněno buď 1 (log. 1.) nebo 0 (log. 0).

Znaky 1 a 0 jsou vytvářeny následujícím způsobem. Přivedeme-li na vstup Y osciloskopu napětí sinusového průběhu, vytvoří se na obrazovce sinusovka. Časová základna osciloskopu vytváří pilovité kmitky, které vychylují paprsek obrazovky ve vodorovném směru. Pokud toto vychylovací napětí chybí, zůstane paprsek uprostřed obrazovky a koná jenom vertikální pohyb, tj. vytváří na obrazovce svislou čárku. Přivede-li se na vstup X pro externí časovou základnu stejnosměrné napětí, lze posunout tuto svislou čárku do libovolného místa obrazovky. Přivede-li se kromě toho na vstup X napětí sinusového průběhu o stejném kmitočtu jako na vstup Y, ale fázově posunuté, vytvoří se tzv. Lissajousův obrazec, v tomto případě elipsa. Samozřejmě se rovněž nechá posouvat do libovolného místa stínítka změnou stejnosměrného napětí na vstupu X.

Napětí sinusového průběhu vytváří oscilátor s T1 a přes odpor R7 je přivedeno na vstup Y osciloskopu. Na obrazovce se vytvoří čárka, jejíž poloha závisí na stavu IO1. Oscilátor s I1 a I2 vytváří kmitočty multiplexeru a přes čítač IO2 neustále „projíždí“ všech 16 vstupů IO1 a připlíná je na výstup IO1. Stav čítače IO2 a tedy i IO1 je tedy určen stavem výstupů ABCD IO2. Přes I3 až I5 a odpory R11 až R17 se vytvoří odpovídající stejnosměrné napětí, které je přivedeno na vstup X osciloskopu.

Je-li na snímaném vstupním místě log.

Obr. 1. Schéma zobrazovacího obvodu



0, je na výstupu IO1 log. 1 a na vstup X osciloskopu se kromě stejnosměrného napětí, určujícího polohu údaje, přivádí rovněž sinusové napětí z oscilátoru s T1, fázově posunuté členem R5, C4, R6, C5 – na stínítku obrazovky osciloskopu se tedy zobrazí elipsa – nula. Je-li na snímaném místě log. 1, je na výstupu IO1 log. 0, společný bod odporů R5 a R6 je přes diodu D1 (libovolný křemíkový typ) uzemněn a na vstup X se napětí sinusového

průběhu nedostane. Na stínítku osciloskopu se tedy vytvoří svislá čárka – jednička.

Protože vstup Y je spojen rovněž s výstupem D děliče IO2, stejnosměrné napětí z tohoto výstupu způsobuje rozdělení údajů do dvou řádků. Při nezapojeném vstupu IO1 se na příslušném místě zobrazí log. 1.

Elektronika 79/103

-ak

## Měření kapacit s NE555

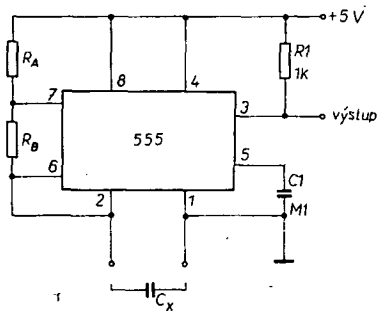
Populární integrovaný obvod 555 lze ve velmi jednoduchém zapojení použít k číselnému měření kapacit (ve spojení s čítačem). Perioda astabilního multivibrátoru (obr. 1) je určena vztahem

$$T = 0.7 C_x (R_A + R_B)$$

je tedy přímo úměrná kapacitě kondenzátoru  $C_x$ . Velikosti odporů  $R_A$  a  $R_B$  volíme tak, abychom dostali vhodnou číselnou závislost mezi délkou periody a kapacitou kondenzátoru. Některé možné hodnoty jsou v tabulce 1.

Při měření kapacity elektrolytických kondenzátorů je nutné zmenšit odpory  $R_A$  a  $R_B$  asi 1000x, aby se rušivě neuplatnil ztrátový proud elektrolytických kondenzátorů.

Pokud není kondenzátor  $C_x$  připojen, je délka periody určena kapacitou přívodů a spojů. Při měření obzvláště malých kapacit je tedy třeba tuto kapacitu od výsledku odečíst.



Obr. 1. Měření kapacit s NE555

Tab. 1.

$R_A$	$R_B$	$C_x$	$T$
1 kΩ	220 Ω	1 μF	1 ms
1 MΩ	220 kΩ	1 μF	1 s
1 MΩ	220 kΩ	1 nF	1 ms
1 MΩ	220 kΩ	1 pF	1 μs

Obvod lze napájet napětím 5 až 15 V (při 5 V je však výhodnější „propojitelný“ s obvody TTL). K čítači ho připojíme tak, aby tvořil jeho časovou základnu, zatímco do vstupu čítače přivedeme signál o konstantním kmitočtu (např. z časové základny čítače).

Elektronika 77/79

-ak

## DIL alebo DIP?

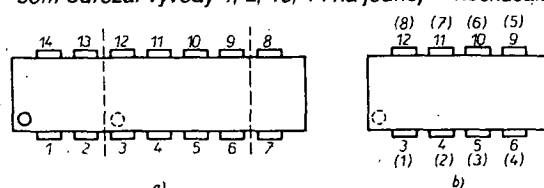
Pri poruche zariadenia, v ktorom boli použité operačné zosilňovače  $\mu A741$  v púzde DIP sa vyskytol problém nahradit ich. Vlastnil som typ UA741 iba v púzde DIL 14.

Riešenie sa ponúкло po prečítaní článku „Nf a ss milivoltmeter“ v AR A10/1980. Autor popisuje úpravu operačného zosilňovača typu MAA503 z púzdra DIL 14 na DIP.

Popisovanú úpravu z DIL 14 na DIP som k mojej plnej spokojnosti vykonal aj na type UA741 v púzde DIL 14, z ktorého som odrezal vývody 1, 2, 13, 14 na jednej

strane a na druhej strane vývody 7, 8 (obr. 1). Úprava by sa mohla vykonal aj na type 748 v púzde DIL 14, ale túto možnosť som neskúšal.

Ing. Juraj Velebír



Obr. 1. IO pred úpravou (a) a po úprave (b)



# NÁVRH MIKROVLNNÝCH FILTROV

## S PÁSKOVÝMI VEDENIAMI

Ing. Pavel Čalfa

Pre zaistenie nerušeného príjmu signálov 2. TV programu na blízkych nosných kmitočtoch som bol nútený použiť filtre. Pri ich návrhu som mohol vychádzať z prevedenia so sústredenými alebo rozloženými parametrami. V prvom prípade sa docielu vysoká kvalita obvodov, filtre sú však vhodné len pre kmitočty asi do 200 MHz (v dôsledku prevažujúceho vplyvu parazitných javov nad uvedenou hranicou). V druhom prípade je možné prevedenie vo forme rezonátorov (z hľadiska rozmerov, strát a vyhovujúcej pracovnosti pri ich realizácii a nastavovaní sa používajú do 800 až 1000 MHz) alebo páskových vedení (používajú sa od 100 MHz do asi 15 GHz).

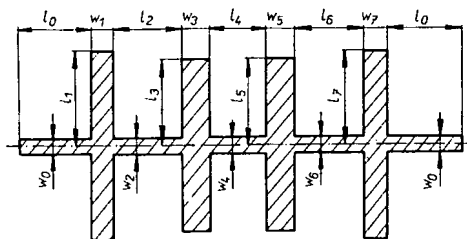
Pretože v anglosaskej i našej literatúre sú známe len návrhy na podložke s  $\epsilon_r = 10$ , uvádzam v článku podklady, umožňujúce návrh filtrov na bežne dostupnej podložke – kuprextite s  $\epsilon_r = 4$  až 5. Mimo to je postup návrhu filtrov zvolený tak, aby sa nemuseli používať rozsiahle tabuľky rôznych normovaných parametrov.

Postup návrhu je uľahčený až do tej miery, že po spočítaní filtru nasleduje jeho málo prácna, rýchla a jednoduchá (takmer primitívna) realizácia bez neúnosného rizika zložitého nastavovania. Tiež je možná i rýchla duplicita výroby vzorku filtru bez nutnosti opakovaných meraní – len na základe dodržania vypočítaných mechanických rozmerov páskových vedení.

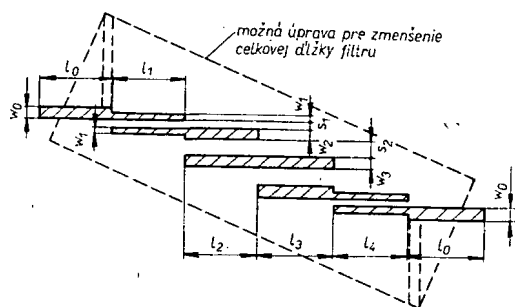
### Vlastnosti mikrovlnných filtrov s páskovými vedeniami

Ďalej používajme len skratku MFPV. Vlastnosti páskových vedení sú v anglosaskej literatúre rozobrané veľmi detailne. U nás sa súhrnne problematikou jednoduchých páskových vedení zaoberá len

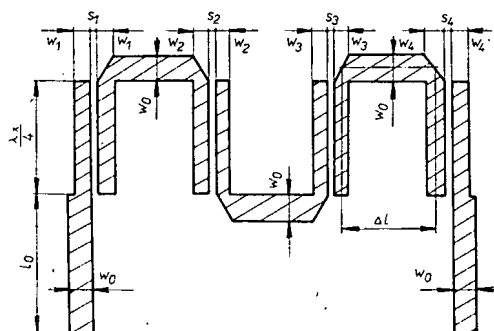
literatúra [1] a [2]. Viazané páskové vedenia popisáľ Zehentner v [3], ale iba pre podložku s  $\epsilon_r = 9,6$ . Pre iný druh podložky (napr. kuprextit) je tento prameň nepoužiteľný. Preto som podľa [1] spracoval údaje nutné pre návrh viazaných páskových vedení a výpočtom na kalkulátore určil hodnoty, zhrnuté v tabuľke 3, resp. na obr. 15.



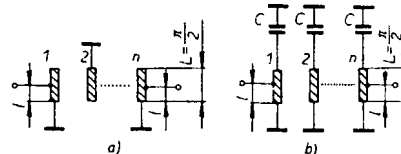
Obr. 1. Konfigurácia dolného priepustu



Obr. 2. Konfigurácia priepustu s polvlnnými rezonátormi so štvrtvlnnou väzbou



Obr. 3. Konfigurácia páskového priepustu s polvlnnými rezonátormi v podobe článkov  $\Pi$



Obr. 4. Ďalšie prevedenia MFPV: a) interdigitálny; b) hrebeňový

Na základe týchto údajov je možné navrhovať MFPV i na kuprextite s vedomím nasledovných ich vlastností:

- a) ľahká realizovateľnosť obvodov,
- b) možnosť prevedenia filtrov s galvanickým oddelením vstupu a výstupu, s ich rôznou vzájomnou polohou,
- c) ťažká dostaviteľnosť parametrov,
- d) menší činiteľ kvality jednotlivých rezonátorov filtru,
- e) pre kmitočty pod 1 GHz sú rozmery filtrov obvykle väčšie ako pri prevedení klasickou VVK technikou.

Body d) a e) sú charakteristické predovšetkým pre uvažovaný typ kuprextitovej podložky. Zvolením vhodnej konfigurácie páskov je možné i rozmery filtru zmenšiť na prijateľnú mieru.

### Problematika syntézy mikrovlnných filtrov

Pojmom syntéza elektrických obvodov rozumieme dve úlohy:

- a) aproximácia charakteristiky obvodu obvodovou funkciou,
- b) určenie konfigurácie a hodnôt prvkov obvodu z danej obvodovej funkcie.

Celý postup syntézy obvykle zjednodušujeme zavedením kmitočtovej transformácie, tj. kmitočtové požiadavky zjednodušujeme na tzv. referenčný, obvykle dolný priepust – viď [10], s. 109 až 111, alebo impedančnou normalizáciou, kedy všetky impedancie normalizujeme na odpor  $1 \Omega$  apod.

Podľa vlastností transformačného funkcionálu poznáme kmitočtovú transformáciu reaktančnú, Bruneho, rezonančnú, transcendentnú – z nej je najstaršia známa Richardsonova – a ďalšie. Hľadisko delenia typov kmitočtovej transformácie podľa funkcionálu však nie je jediné.

**Poznámka:** Pojem funkcionál charakterizuje vzájomné priradenie operátorov – komplexných kmitočtov a príslušných charakteristik a im odpovedajúcich celých obvodov pri transformácii.

Tab. 2. Vybrané koeficienty  $g$  referenčného dolného priepustu pre  $A_p = 0,406$  dB (po zaokrouhlení)

$\frac{2f_p}{f_0}$ 100 %	$n = 2$		$n = 3$		$n = 4$		
	$g_1 = g_3$	$g_2$	$g_1 = g_4$	$g_2 = g_3$	$g_1 = g_5$	$g_2 = g_4$	$g_3$
1	166,71	14965	191,18	27165	200,61	31151	44782
1,4	119,08	7935	136,56	13859	143,3	15893	22848
2	83,36	3741	95,59	6791	100,3	7788	11195
4	41,77	935	47,8	1697	51,37	1983	2820
6	27,78	416	31,87	754	34,25	881	1253
8	20,83	234	23,91	424	25,7	495	704
10	16,66	150	19,13	271	20,6	317	450
12	13,88	104	15,94	188	17,14	220	312
14	11,41	76,2	13,67	138	14,69	162	229
16	10,41	58,3	11,97	106	12,86	124	175
18	9,25	46	10,64	83,3	11,44	98	138

4. Určíme koeficienty  $g$  z tabuľky č. 2 pre relatívnu šírku pásma

$$2 \frac{2f_p}{f_0} 100 [\%]. \quad (19)$$

Tieto koeficienty vyjadrujú charakteristické odpory stupňovitých prechodov prototypu dolného priepustu. Vo vzťahu (19) je uvedený dvojnásobok hodnoty, lebo tab. č. 2 udáva koeficienty len pre dolný priepust.

(Pre 12% šírku pásma a  $n = 3$  je  $g_1 = g_4 = 15,944$ ;  $g_2 = g_3 = 188,07$ .)

5. Veľkosť vzťažného útlmu viazaných vedení (dĺžka väzby je štvrtinlná)

$$C_1 = 10 \log(1 + g_1) \quad [\text{dB}], \quad (20)$$

$$(C_1 = C_4 = 12,29 \text{ dB}; \\ C_2 = C_3 = 22,766 \text{ dB}).$$

6. Šírka páskov prírodných úsekov vedení  $w_0$  sa určí ako v predošlom príklade ( $w_0 = 4,715$  mm).

7. Pre korundovú podložku s  $\epsilon_r \approx 10$  a známe  $C_1$  sa veličiny  $w/h$  a  $s/h$  určujú podľa tabuľky 3.5 v lit. [10]. V našom prípade pre  $\epsilon_r = 4$  až 5 však použijeme tabuľku 3 alebo graf na obr. 15. Tieto boli spracované podľa vzťahov pre charakteristickú impedanciu viazaných páskových vedení párneho ( $Z_{oe}$ ) a nepárneho ( $Z_{oo}$ ) vidu podľa [11] na kalkulačnom. Pre uvedené impedancie platí

$$C_1 = \frac{Z_{oe} - Z_{oo}}{Z_{oe} + Z_{oo}}, \quad (21)$$

$$Z_o = (Z_{oe} Z_{oo})^{1/2} \quad (22)$$

čo umožňuje výpočet hodnôt  $Z_{oe}$  a  $Z_{oo}$  každej dvojice viazaných vedení. Súvislosť veličín  $C_1$  a  $q$  udáva výraz

$$C_1 = 20 \log q. \quad (23)$$

Z tabuľky 3 pre známe  $C_1$ , resp.  $q$  určíme priamo hodnoty  $w$  a  $s$  ( $w_1 = w_4 = 3,77$  mm;  $w_2 = w_3 = 4,09$  mm;  $s_1 = s_4 = 0,504$  mm;  $s_2 = s_3 = 4,5$  mm).

8. Dĺžky rezonátorov treba v dôsledku vplyvu koncovkej kapacity vedení zmenšiť. Určíme ju podľa vzťahu [11]

$$C_{ki} = 8,86 \cdot 10^{-16} \epsilon_r w_i \left( \frac{1,35}{\log \frac{4h}{l}} + \frac{0,439}{\frac{w_i}{h} \sqrt{\epsilon_r}} \right) \quad (24)$$

[F; mm];

$$(C_{k1} = C_{k4} = 0,108 \text{ pF}; \\ C_{k2} = C_{k3} = 0,116 \text{ pF}).$$

9. Z obr. 13 určíme  $k_i$  ( $k_1 = k_4 = 0,62$ ;  $k_2 = k_3 = 0,613$ ).

10. Pomocou obr. 12 určíme

$$Z (Z_1 = Z_4 = 58 \Omega; Z_2 = Z_3 = 56 \Omega).$$

11. Dĺžky rezonátorov určíme zo vzťahu

$$l_i = k_i [\arctg 2\pi f_0 C_{ki} Z_i]^{-1} (2\pi/\lambda_0) \quad (25)$$

$$[cm; rad, cm]; \quad (l_1 = l_4 = 4,65 \text{ cm}; l_2 = l_3 = 4,6 \text{ cm}). \text{ Vo-} \\ \text{líme } l_0 = 4 \text{ cm}.$$

12. Vložený útlm určíme tentoraz z výrazu

$$A_0 = 4,345 f_0 \sum_{n=1}^n \frac{q_n}{2f_p Q_0} \quad [\text{dB}] \quad (26)$$

kde  $Q_0$  je vlastná kvalita polvlnného rezonátoru filtru.

Ďalej musíme určiť  $q$  a  $Q_0$ .

a) Z tab. 1 pre známe  $A_0$  a  $n$  určíme  $q$  (pre  $n = 3$  a  $A_0 = 0,4$  dB je  $q_1 = q_3 = 1,491$ ;  $q_2 = 1,118$ ; súčet  $q$  je rovný 4,1).

b) Veličina  $Q_0$  podľa [10] je  $Q_0 = Q_{\eta} \eta$ , (27)

kde  $Q_{\eta}$  charakterizuje straty vo vodiči – dané obr. 16,  $\eta$  vyjadruje straty vyžarováním. Platí [2]

$$\eta = 1 - 10,08 \cdot 10^4 \left( \frac{h}{\lambda_0} \right)^{1,8} \frac{1}{Z_1} F \quad (28)$$

pričom

$$F = \frac{\epsilon_{ef} + 1}{\epsilon_{ef}} - \frac{(\epsilon_{ef} - 1)^2}{2\epsilon_{ef}\sqrt{\epsilon_{ef}}} \ln \frac{\sqrt{\epsilon_{ef}} + 1}{\sqrt{\epsilon_{ef}} - 1} \quad (29)$$

jej priebeh je uvedený na obr. 17. Vzťahy (28) a (29) platia pri splnení podmienky

$$\frac{\lambda_0}{h} \gg 4 \sqrt{\epsilon_r - 1}, \quad (30)$$

čo obvykle býva splnené.

(Určili sme:  $Q_{\eta} = 740$ ;  $F = 0,94$ ;  $\eta = 0,793$ ;  $Q_0 = 585$  a  $A_0 = 0,51$  dB.)

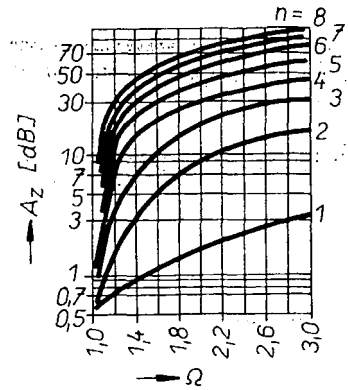
13. Celkové rozmery a konfigurácie filtru sú:

$$a) \text{ šírka } \tilde{S}_1 = 2w_0 + 2s_1 + 3w_2 + 2s_2, \quad (31)$$

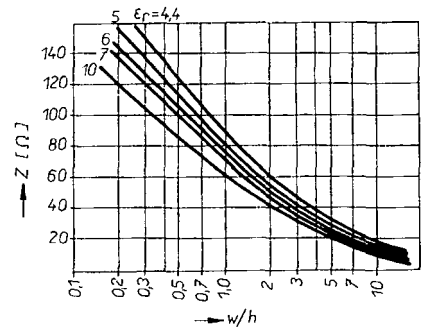
$$b) \text{ dĺžka } D_1 = 2l_0 + 2h + 2l_2 \quad (32)$$

(Určili sme  $\tilde{S}_1 = 22,7$  mm;  $D_1 = 265$  mm.)

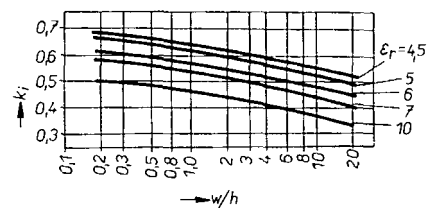
Ďalšie možnosti zmenšenia rozmerov a tým i útlmu filtru umožňuje konfigurácia na obr. 3.



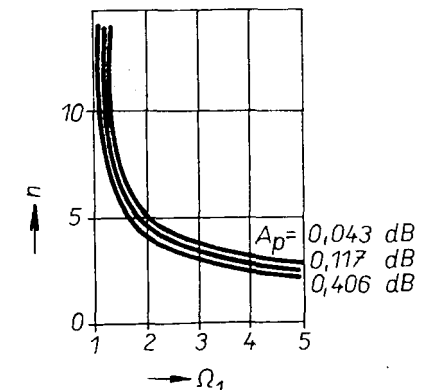
Obr. 11. Závislosť pre stanovenie počtu prvkov dolného priepustu  $n$  pri znalosti  $A_z$  a  $\Omega$ . Platí len pre  $A_p = 0,5$  dB



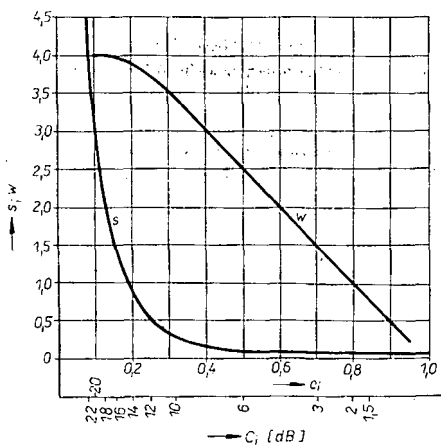
Obr. 12. Závislosť pre určenie pomernej šírky vedení  $w/h$  pri znalosti  $Z$  a  $\epsilon_r$  podložky



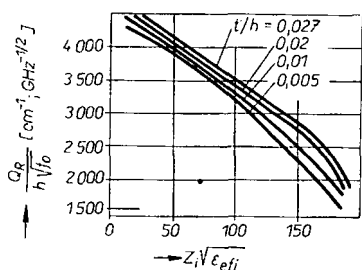
Obr. 13. Závislosť činiteľa skrátenie vlny vo vedení  $k_i$  na veľkosti  $w/h$  pre známe  $\epsilon_r$  podložky



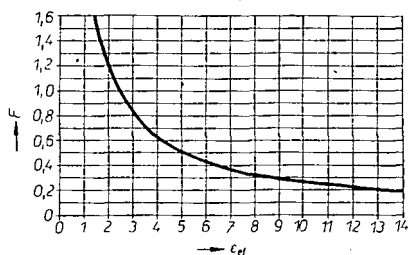
Obr. 14. Závislosť počtu polvlnných rezonátorov  $n$  na veľkosti veličiny  $\Omega_1$  pre zvolené  $A_p$



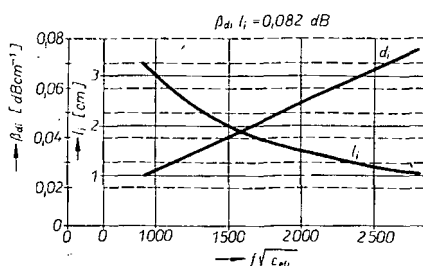
Obr. 15. Závislosť šírky a vzdialenosti rezonátorov viazaného páskového vedenia  $w$  a  $s$  na veľkosti veličiny  $C_i$ , popr.  $c_i$ . Platí pre materiál podložky s  $\epsilon_r = 4,4$ ;  $h = 2,05$  mm a  $t = 0,055$  mm



Obr. 16. Závislosť pre stanovenie  $Q_R$  zo  $Z_i \sqrt{\epsilon_{eff}}$  pre známe  $t/h$  podložky



Obr. 17. Priebeh závislosti veličiny  $F$  na  $\epsilon_{eff}$  podľa vzťahu (29)



Obr. 18. Zobrazenie priebehu súčinu veličín  $\beta_{d,i}$   $l_i$   $0,082$  dB

Tab. 3. Prevodná tabuľka parametrov viazaných páskových vedení pre podložku s  $\epsilon_r = 4,4$ , hrúbkou dielektrika  $h = 2,05$  mm a hrúbkou fólie  $t = 0,055$  mm

$Q_i$ [dB]	$q$	$s$ [mm]	$w$ [mm]	$Q_i$ [dB]	$q$	$s$ [mm]	$w$ [mm]
1,5	0,8414	0,055	0,75	13	0,224	0,64	3,784
2,0	0,8222	0,06	1,0	14	0,2	0,835	3,83
3,0	0,707	0,07	1,5	15	0,178	1,06	3,893
4,0	0,631	0,08	1,9	16	0,1585	1,32	3,95
5,0	0,562	0,09	2,233	17	0,141	1,66	3,985
6,0	0,5	0,1	2,5	18	0,126	2,0	4,01
7,0	0,447	0,125	2,767	19	0,1122	2,5	4,02
8,0	0,398	0,15	3,054	20	0,1	3,0	4,03
9,0	0,3548	0,2	3,233	21	0,089	3,45	4,05
10,0	0,316	0,27	3,411	22	0,08	4,16	4,07
11,0	0,2818	0,35	3,59	23	0,071	4,7	4,09
12,0	0,25	0,5	3,73	24	0,063	5,5	4,1

### Návrh pásmového priepustu s konfiguráciou podľa obr. 3

Pre rovnaké zadanie riešime návrh na základe lit. [12]. V bodoch 1 až 6 je návrh obdobný ako v predošlom prípade. Skrátime však dĺžku úseku väzby pod štvrtinu vlnovej dĺžky, čím vznikne úsek vedenia dĺžky  $\Delta l$  so šírkou  $w_0$  pri splnení podmienky

$$\Delta l \geq (4w_0). \quad (33)$$

Jej splnením docielime rovnaký priebeh amplitudovo kmitočtovej charakteristiky a pomeru stojatých vln v závislosti na útlme ako u predošlého návrhu, (pre  $w_0 = 4,715$  mm je  $\Delta l \geq 18,86$  mm, volíme  $\Delta l = 20,5$  mm).

Mechanická (skutočná) dĺžka úseku väzby je daná

$$\frac{\lambda_x}{4} = \frac{\lambda_0}{4\sqrt{\epsilon_{eff}}} - \frac{\Delta l}{2}, \quad (34)$$

kde  $\lambda_x$  (a ďalej  $f_x$ ) je vlnová dĺžka (kmitočť), pri ktorej je elektrická dĺžka úseku väzby práve štvrtinná.

Elektrická dĺžka úseku väzby (voči  $\lambda_0/4$ ) je daná

$$\Theta = \frac{\pi}{2} \frac{f_0}{f_x} = \frac{\pi}{2} \frac{\lambda_x}{\lambda_0} \quad [\text{rad}]. \quad (35)$$

(Pre  $\epsilon_{eff} \approx 2,6$  je  $\lambda_x/4 = 3,626$  cm a  $\Theta = 0,76$  rad).

V návrhu je možné ešte skrátiť skutočnú dĺžku úsekov väzby uvažovaním koncovkej rozptylovej kapacity vedení na konci naprázdno.

Potom výkonový činiteľ väzby na kmitočte  $f_0$

$$r_i = \frac{1}{1 + g_i} \quad (36)$$

Napäťový činiteľ väzby na kmitočte  $f_x$

$$r_o = \sqrt{\frac{r_i}{r_i \cos^2 \Theta + \sin^2 \Theta}} \quad (37)$$

a preň určíme veľkosti  $w_i$  a  $s_i$  z obr. 15 alebo tab. 3.

(Bolo určené:

$r_1 = r_4 = 0,059$ ;  $r_2 = r_3 = 0,0053$ ;  
 $r_{01} = r_{04} = 0,34$ ;  $r_{02} = r_{03} = 0,1045$ ;  
 $w_1 = w_4 = 3,3$  mm;  $w_2 = w_3 = 4,03$  mm;  
 $s_1 = s_4 = 0,215$  mm,  $s_2 = s_3 = 2,82$  mm.)

Celkové rozmery konfigurácie filtru sú:

$$a) \text{ šírka } \tilde{S}_2 = \frac{\lambda_x}{4} + w_0 + l_0, \quad (38)$$

$$b) \text{ dĺžka } D_2 = 2w_0 + 2s_1 + 2s_3 + 3\Delta l + 2w_2 + w_1. \quad (39)$$

(Určili sme  $l_0 = 4$  cm;  $\tilde{S}_2 = 8,1$  cm;  $D_2 = 8,84$  cm.)

Voči predošlému návrhu je dĺžka filtru takmer 3-krát menšia.

Poznámka: Pre párny počet rezonátorov je vo vzťahu (38) miesto  $l_0$  dvojnásobok tejto hodnoty, lebo prívodné pásy budú umiestnené protichodne.

### Ďalšie možnosti návrhu MFPV

Mimo doteraz uvedených su známe i konfigurácie filtrov na obr. 4. Jedná sa o interdigitálny a hrebeňový filter. Z hľadiska realizovateľnosti sú vhodnejšie interdigitálne filtre. Spôsoby pripojenia vonkajších obvodov ku konfigurácii filtru s  $n$  rezonátormi sú:

- cez ďalšie rezonátory,
- cez vedenie s malým odporom na prvý a  $n$ -tý rezonátor (tzv. impedančný transformátor),
- cez odbočku na prvom a  $n$ -tom rezonátore.

Postup návrhu je obdobný ako u posledného príkladu až na stanovenie  $w_i/h$  a  $s_i/h$  a veľkosti odbočky  $l$  – viď lit. [13]. Tak je možné realizovať filter s minimálnymi rozmermi.

Na obr. 5a je uvedená konfigurácia kompaktného spojenia pásmového priepustu a zadržky podľa [14]. Upozorňuje to na veľké možnosti realizácie MFPV jednoduchou zmenou šírky páska a jeho polohy.

Zvláštnou kapitolou v návrhoch MFPV sú konfigurácie, využívajúce diskontinuity páskových vedení, napr. obr. 5b podľa [15]. Rôzne tvary a spôsoby pripojenia vodivých plošiek imitujú cievky, kondenzátory i rezonančné okruhy. Pri samotnom návrhu však treba rešpektovať vefa ďalších faktorov, ako je vplyv koncovkej rozptylovej kapacity každej otvorenej strany vodivej plošky, vyžarovacie straty apod., čo robí návrh zložitým a vhodným len pre riešenie na počítači.

Dôkazom realizácie filtrov s aktívnymi prvkami aj v oblasti VVK je lit. [16]. V obvode pásmového priepustu na obr. 6 je tranzistor v zapojení so spoločným kolektorom a jeho prechod kolektor-emitor predstavuje ekvivalentnú indukčnosť filtru. Potrebná impedancia obvodu v bázi tranzistoru sa stanoví podľa vzťahu

$$Z_b = R_b + j\omega L_b = Z_0 \frac{Z_{ekv}(-Y_{11}^E + Y_{22}^E - Y_{12}^E + Y_{21}^E) - 1}{Y_{11}^E - |Y_{12}^E|^2 Z_{ekv}} \quad (40)$$

pasivní (na odporech) – obr. 2 – s tím, že zadrž má výstupní odpor, odpovídající odporu  $R$ . Požadujeme-li malý výstupní odpor, lze provádět součet aktivně (pomocí operačního zesilovače) a současně upravit zisk (obr. 3). Pro obvod na obr. 3 platí

$$A_z = u_z/u_1 = \frac{mn(\omega_o^2 - \omega^2)}{p^2 + p\omega_o d(2+m) + \omega_o^2} \quad (9)$$

Opět platí  $Q = 1/[d(2+m)]$ ,  $\omega_o = 1/(RC)$ . Přenos v pásmech propustnosti je  $+mn$ .

Pro pásmové propusti (i zadrž) popisuje  $Q$  šířku pásma propustnosti (zadržování) pro pokles 3 dB. Význam je zřejmý z obr. 4. Odebíráme-li signál na výstupu dolní nebo horní propusti, musíme volit  $Q$  podle požadovaného převýšení na přenosové charakteristice. V literatuře se vztah (4) vyskytuje obvykle ve tvaru  $p^2 + 2\xi p\omega_o + \omega_o^2$  nebo  $p^2 + p\omega_o/Q + \omega_o^2$  (v anglické literatuře  $p = s$ ). Srovnáním snadno určíme, že pro obvod na obr. 1 platí vztah

$$2\xi = 1/Q = d(2+m).$$

Lze odvodit, že maximální přenos pro dolní propust je na kmitočtu

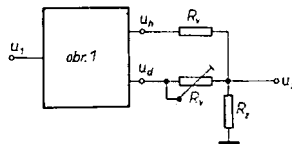
$$\omega_{dm} = \omega_o \sqrt{1 - 2\xi^2},$$

pro horní propust na kmitočtu

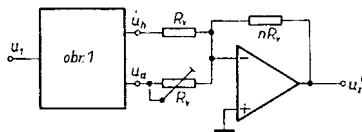
$$\omega_{hm} = \omega_o / \sqrt{1 - 2\xi^2},$$

Převýšení oproti základnímu zesílení ( $m$ ) lze v obou případech určit pomocí vztahu

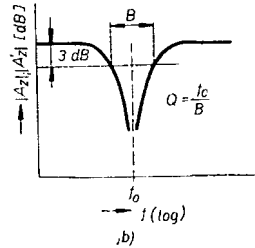
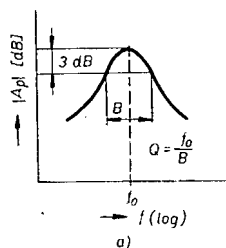
$$|A_{h,m}| = |A_{d,m}| = -20 \log(2\xi\sqrt{1 - \xi^2}).$$



Obr. 2. Realizace pásmové zadrž pasivním součtem (přesným nastavením  $R_v$  nastavujeme maximální útlum na kmitočtu  $\omega_o$ )



Obr. 3. Realizace pásmové zadrž – aktivní součet pomocí operačního zesilovače



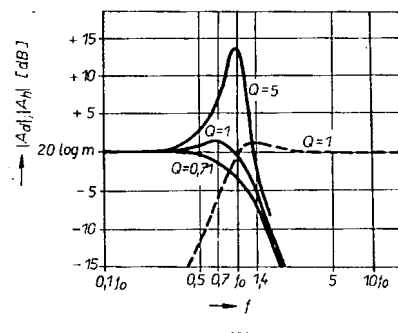
Obr. 4. a – přenos pásmové propusti; b – přenos pásmové zadrž

Pro  $Q = 0,71$  je přenos právě bez převýšení a na kmitočtu  $\omega_o$  je pokles právě 3 dB. Pro  $Q = 1$  je maximální převýšení dolní propusti na kmitočtu  $0,71 \omega_o$  a dosahuje 1,2 dB. Pro horní propust dochází ke stejnému převýšení na kmitočtu  $\omega_o/0,71 = 1,41 \omega_o$ . Pro  $Q = 5$  nastává převýšení 14 dB na kmitočtu  $0,99 \omega_o$  pro dolní a na kmitočtu  $\omega_o/0,99$  pro horní propust. Situace je znázorněna na obr. 5.

S ohledem na uvedené vztahy jsem navrhl přibližnou náhradu filtru pro telegrafii a SSB, který v podobě uvedené ve [4] je zcela nepoužitelný (původní podklady jsem nesehnal). Jedná se o zapojení, které běžně používá například firma Burr-Brown [3].

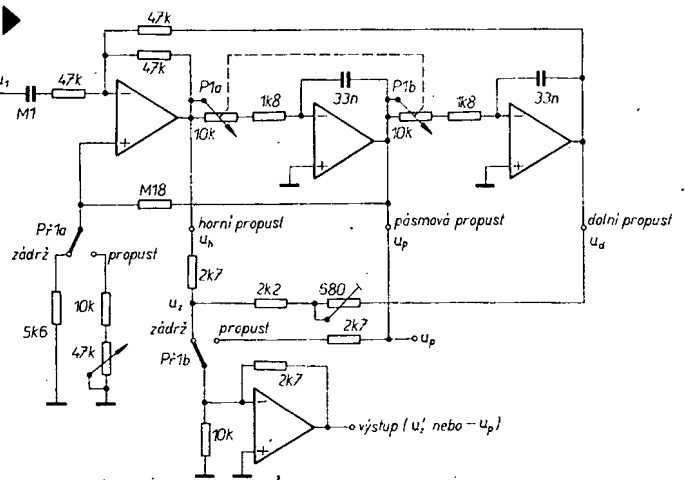
Se součástkami uvedenými na obr. 6 ( $R_{min} = 1,8 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{max} = 11,8 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 33 \text{ nF}$ ) lze měnit  $f_o = \omega_o/(2\pi)$  v rozsahu 400 Hz až 2700 Hz. Dále platí, že jakost obvodu je  $Q = 1/(3d)$ . Je-li přepínač P1 v poloze „zadrž“, je  $Q = (1/3)(180 + 5,6)/5,6 = 11$ . Tomu odpovídá na kmitočtu 400 Hz šířka zadržovaného pásma (–3 dB a více)  $B_{400} = 36 \text{ Hz}$ , na kmitočtu 2700 Hz je to již  $B_{2700} = 245 \text{ Hz}$ . Je-li přepínač P1 v poloze „propust“, je  $Q_{max} = 1/(3d_{min}) = (1/3)(180 + 10)/10 = 6,3$ . Pásmo propustnosti pro  $f_o = 400 \text{ Hz}$  je nyní  $B_{400} = 63 \text{ Hz}$ , pro  $f_o = 2700 \text{ Hz}$  je  $B_{2700} = 425 \text{ Hz}$ . Minimální jakost je  $Q_{min} = 1/(3d_{max}) = (1/3)(180 + 57)/57 = 1,4$ . Potom  $B_{400} = 280 \text{ Hz}$  a  $B_{2700} = 1900 \text{ Hz}$ . Jakost lze i dále měnit v širokém rozmezí podle konkrétních požadavků. Uvedené vztahy jednoznačně ukazují, že stačí měnit dělicí poměr  $d$ .

Provedený rozbor umožní uživateli odhadnout možnost úprav i jejich dosah.



Obr. 5. Přenos dolní propusti v závislosti na kmitočtu a jakosti  $Q$  obvodu (plné čáry) a přenos horní propusti pro  $Q = 1$  (přerušovaná čára)

Obr. 6. Přepínatelný filtr zadrž – propust ( $m = n = 1$ , operační zesilovač: MAA741)



Firma Burr-Brown používá zapojení na obr. 1 například v modulu UAF11. Použité operační zesilovače nejsou specifikovány. Pro kmitočty  $f_o$  do 2000 Hz se uvádí  $Q_{max} = 1000$ , pro  $f_o = 10 \text{ kHz}$  je  $Q_{max} = 150$ .

Při zvětšování jakosti jsou kladeny zvýšené požadavky na shodu odporů  $R$ ,  $mR$ , a kapacit kondenzátorů  $C$ . Je proto zřejmé, že zvláště vysokých jakostí lze dosáhnout jen pro filtr, nastavený na jeden kmitočet a přesně „sladěný“. V [1] se uvádí pro maximální dosažitelnou jakost vztah

$$Q_{max} = A(f_o)/85,$$

kde  $A(f_o)$  je zisk operačního zesilovače na požadovaném kmitočtu  $f_o$ .

Při praktickém návrhu máme dán požadavek na  $f_o$ ,  $Q$  a přenos na kmitočtu  $\omega_o - A_{oo}$ . V prvním kroku zvolíme kapacitu  $C$ . Ve druhém kroku určíme  $R = 1/(2\pi f_o C)$ . Víme, že  $A_{oo} = mQ$ . Proto ve třetím kroku volíme  $R_1$  a  $mR_1 = R_1 A_{oo}/Q$ . Ve čtvrtém kroku volíme  $R_a$  a dopočítáme

$$R_b = \frac{R_a}{(2+m)Q - 1}.$$

Tento vztah snadno odvodíme ze vztahu (5).

Je-li požadována změna  $f_o$  v rozmezí  $f_{omin}$  až  $f_{omax}$ , je postup obdobný. Ve druhém kroku určíme

$$R_{min} = 1/(2\pi f_{omax} C), \\ R_{max} = 1/(2\pi f_{omin} C) = R_{min} f_{omax}/f_{omin}.$$

Je zřejmé, že každá odchylka od teoretických hodnot obvodových prvků zhoršuje činnost obvodu. Velmi podobný obvod a další filtry lze nalézt například v [2] a [5].

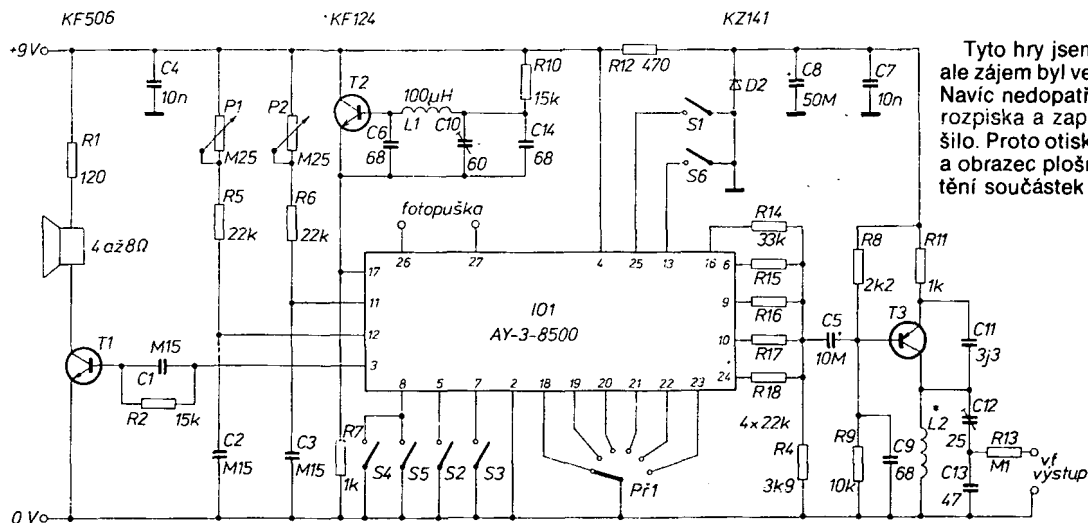
## Literatura

- [1] EDN, duben 1976, s. 79 až 84.
- [2] EDN, listopad 1978, s. 105 až 110.
- [3] General Catalogue Burr-Brown, 1979
- [4] Filtr pro telegrafii a SSB. AR A10/1980, s. 389 až 390.
- [5] Jurkovič, Zodi: Příručka nízkofrekvenční techniky. Alfa: Bratislava 1976, s. 388 až 392, 452.

# TELEVIZNÍ HRY

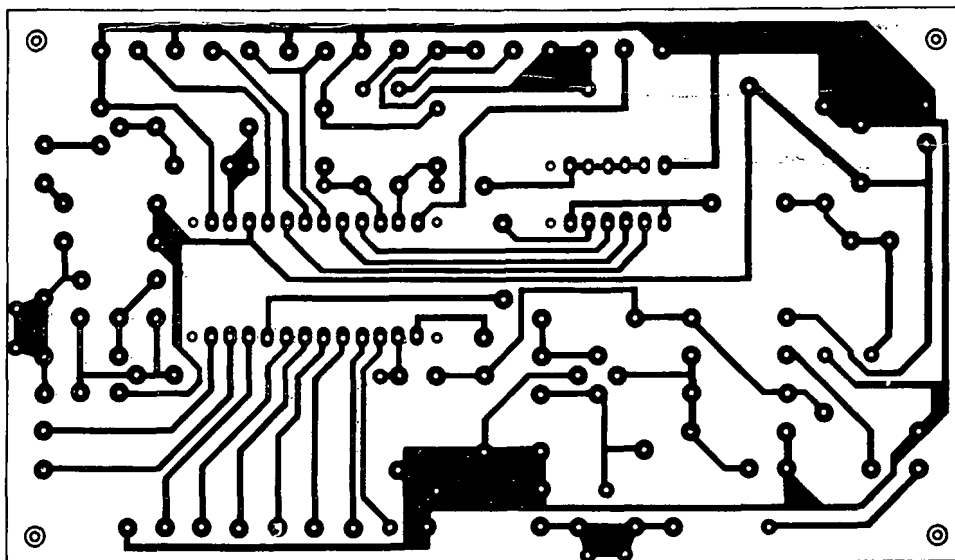
Ing. Karel Mráček

## 1. TELEVIZNÍ HRY S IO AY-3-8500 (8550)

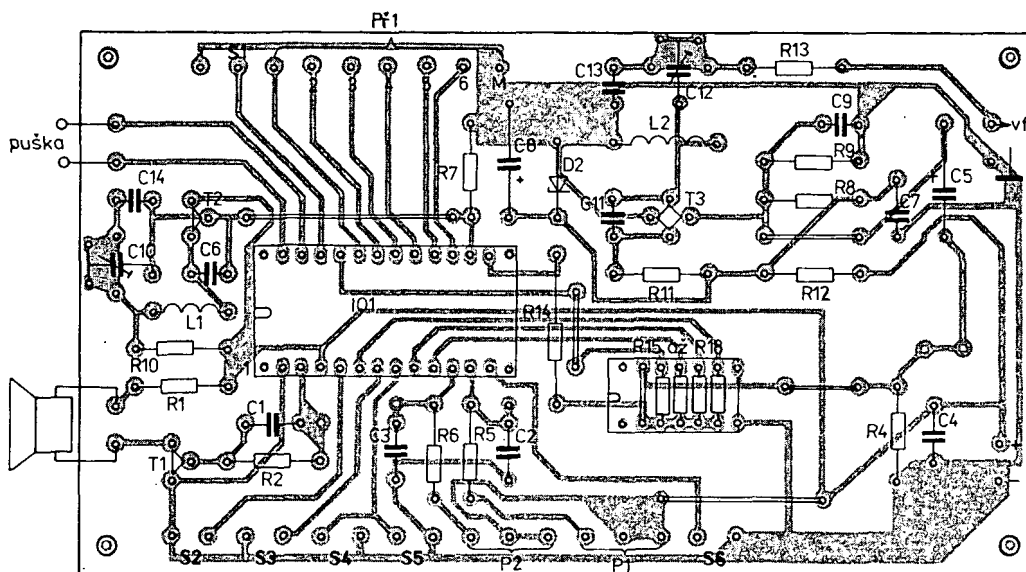


Tyto hry jsem sice před časem popsal, ale zájem byl veliký a časopis je rozebrán. Navíc nedopatřením nebyla otištěna celá rozpiska a zapojení se časem zjednodušilo. Proto otiskuji znovu zapojení (obr. 1) a obrazec plošných spojů včetně rozmístění součástek (obr. 2a, b). Popis vlastní

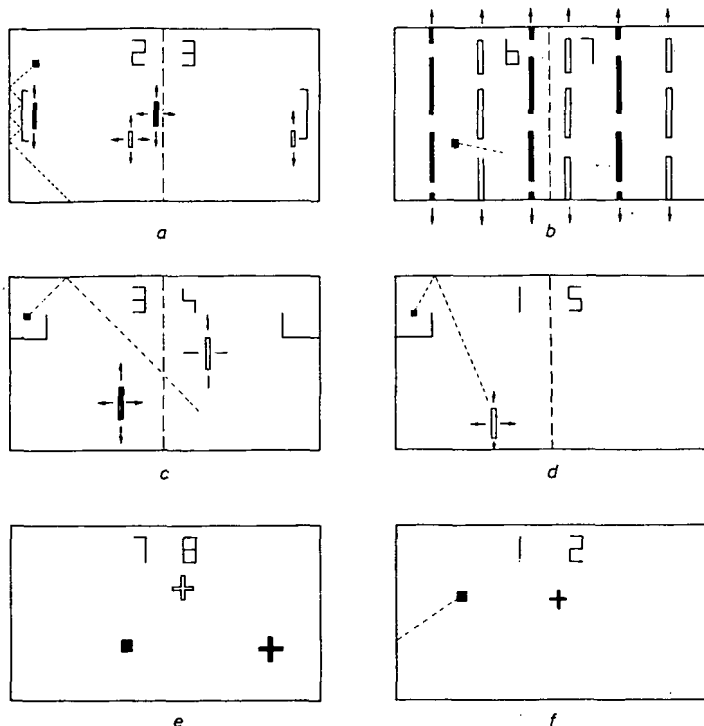
Obr. 1. Zapojení TV her s AY-3-8500



Obr. 2a. Obrazec plošných spojů P315 k zapojení podle obr. 1



Obr. 2b. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji P315



Obr. 8. Další hry obvodu AY-3-8610

Obvod umožňuje s výhodou hru nestejně zkušených hráčů, protože velikost hráče se přepíná zvlášť pro každého. Rychlost míče je rovněž volitelná přepínačem. Každý z hráčů má svoje tlačítko pro servis a hra započne, teprve když oba stisknou současně. Při střeleckých hrách se toto tlačítko používá jako spoušť.

Celkové schéma her je na obr. 9. Spínače S7 až S16 spínají tenis, pelotu, basketbal pro jednoho, střelbu pro jednoho, hokej, soccer, gridbal, střelbu pro dva, squash a basketbal v tomto pořadí. Lze je s výhodou realizovat též například otočným přepínačem s deseti polohami.

Ovládací potenciometry pro vodorovný a svislý pohyb spojíme v jednu ovládací

páčku (viz obr. 5 a jeho popis v první části článku). Každý hráč má v ovládací skřínce ještě tlačítko pro svůj servis.

Obrazec plošných spojů a rozložení součástí je na obr. 10a, b. Aby celá hra nebyla neúměrně velká a plošný spoj nebyl komplikovaný, bylo nutno umístit některé součástky a spoje pod integrovaný obvod. Na to je nutno pamatovat při sestavování. IO zásadně umístíme do objímky, kterou vyrobíme podélným rozříznutím a opilováním dvou objímek DIL 14. Odpory, které umísťujeme pod IO, zvláště pečlivě vybereme a případně změříme. Případné chyby či přehlédnutí by se zde opravovaly obtížně. Jinak nebude činit sestavení jistě obtíže. Jako S3 až S6 je

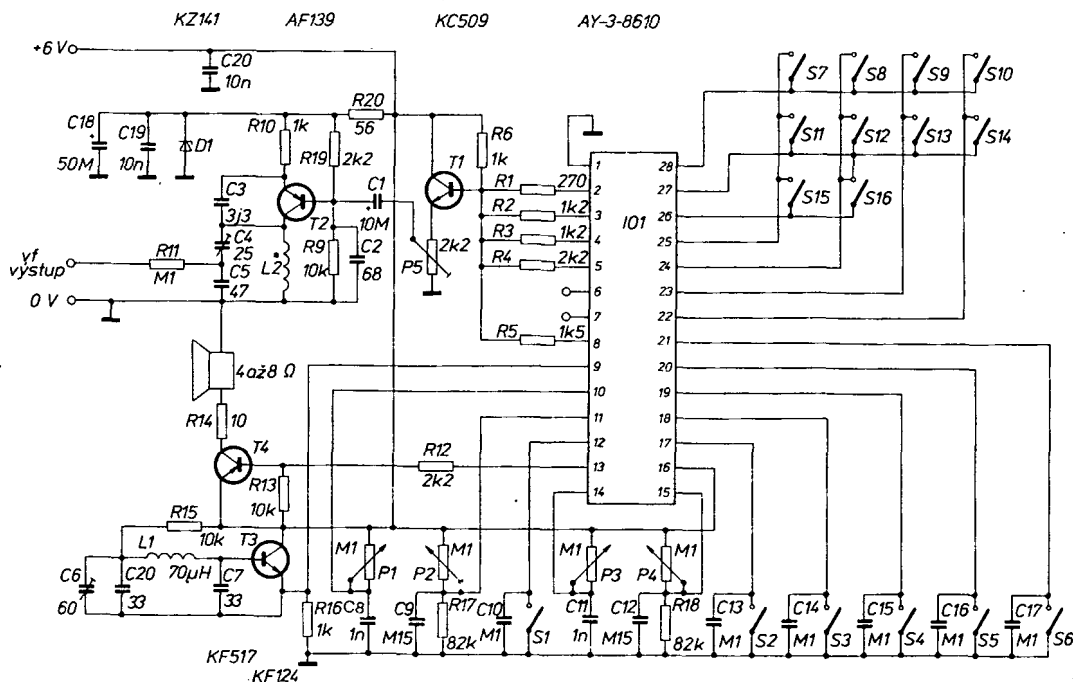
možno s výhodou použít Isostaty a zapájet je přímo do desky. S3 je jako tlačítko, ostatní jsou s aretací. Trimmer P5 slouží k nastavení výstupní úrovně signálu pro modulátor. Zpravidla postačí nastavit jej do střední polohy. Zapojení oscilátoru i v části je obdobné jako u her s AY-3-8500.

Zapojení vývodů AY-3-8610:

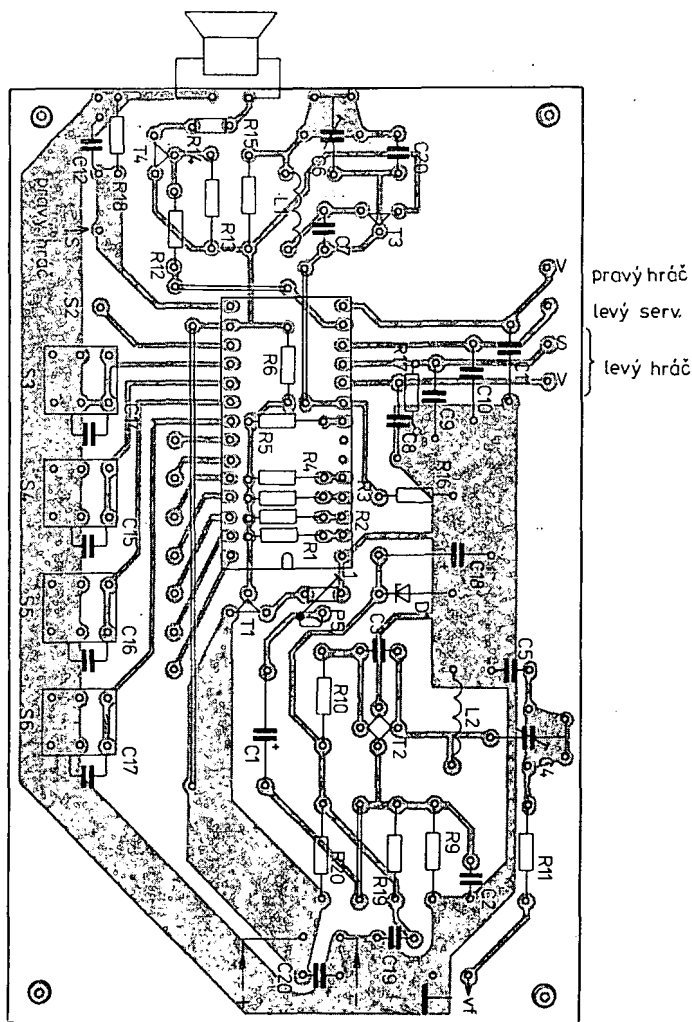
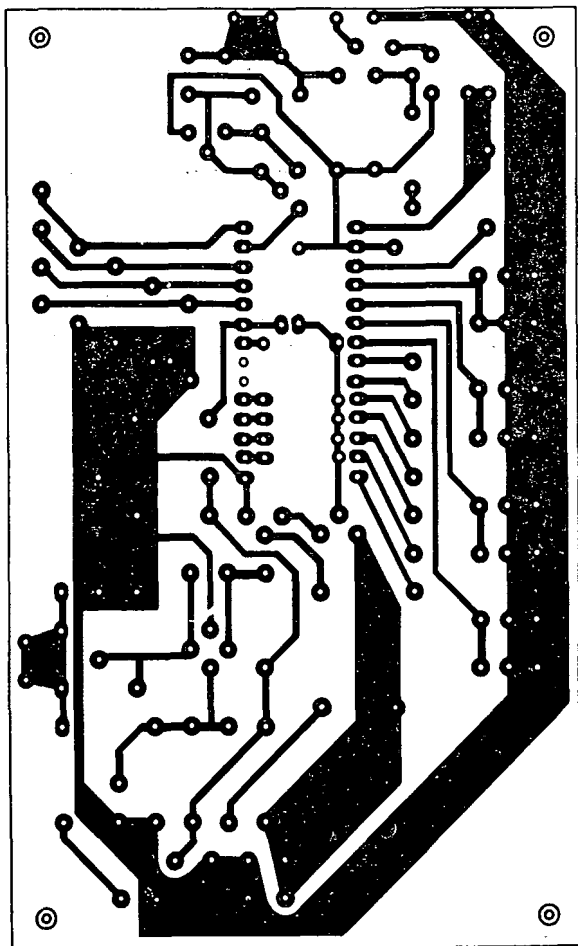
1. -
2. výstup synchronizace
3. výstup zatemnění
4. výstup barevné složky
5. výstup pozadí
6. výstup okraje
7. výstup levý hráč
8. výstup pravý hráč
9. vstup řídicího kmitočtu 3,579545 MHz
10. řízení levého hráče vodorovně
11. řízení levého hráče svisle
12. servis zleva
13. výstup zvuku
14. řízení pravého hráče vodorovně
15. řízení pravého hráče svisle
16. +
17. servis zprava
18. nulování
19. velikost levého hráče
20. velikost pravého hráče
21. rychlost míče
- 22.
- 23.
- 24.
25. přepínání 10 her (viz text)
- 26.
- 27.
- 28.

### Seznam součástek k obr. 9

R1	TR 151, 270 Ω
R2, R3	1,2 kΩ
R4	2,2 kΩ
R5	1,5 kΩ
R6	1 kΩ
R9	10 kΩ
R10	1 kΩ
R11	0,1 MΩ
R12	2,2 kΩ
R13, R15	10 kΩ
R14	10 Ω
R16	1 kΩ
R17, R18	82 kΩ
R19	2,2 kΩ



Obr. 9. Zapojení TV her s AY-3-8610



Obr. 10a. Obrázek plošných spojů P317 k zapojení podle obr. 9

Obr. 10b. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji P317

R20	56 Ω
P1 až P4	TP280, 0,1 MΩ
P5	TP008, 2,2 kΩ
C1	TE 122, 10 μF
C2	TK 795, 68 pF
C3	TK 755, 3,3 pF
C4	WN 70424, 25 pF (trimr)
C5	TK 795, 47 pF
C6	WN 70419, 60 pF (trimr)
C7	TK 795, 33 pF
C8	TK 745, 1 nF
C9	TK 782, 0,15 μF
C10	TK 782, 0,1 μF
C11	TK 745, 1 nF
C12	TK 782, 0,15 μF
C13 až C17	TK 782, 0,1 μF
C18	TE 981, 50 μF
C19, C20	TK 782, 10 nF
L1	70 až 90 μH
L2	4 závitů drátu CuL o ∅ 1 mm samonosně na ∅ 6 mm
D1	KZ141
T1	KC509
T2	AF139 (GF507)
T3	KF124
T4	KF517
IO	AY-3-8610

#### 4. TANKOVÁ HRA S AY-3-8710

Tato hra je určena pro dva hráče, z nichž každý ovládá na stínítku plně říditelný tank (obr. 11). Cílem je dosáhnout co největšího počtu zásahů nepřátelského tanku. Za tím účelem je tank vybaven dělem, vystřelujícím na povel granáty. Pohyb tanků na poli je znesnadněn 24 různě rozmístěnými pevnými te-

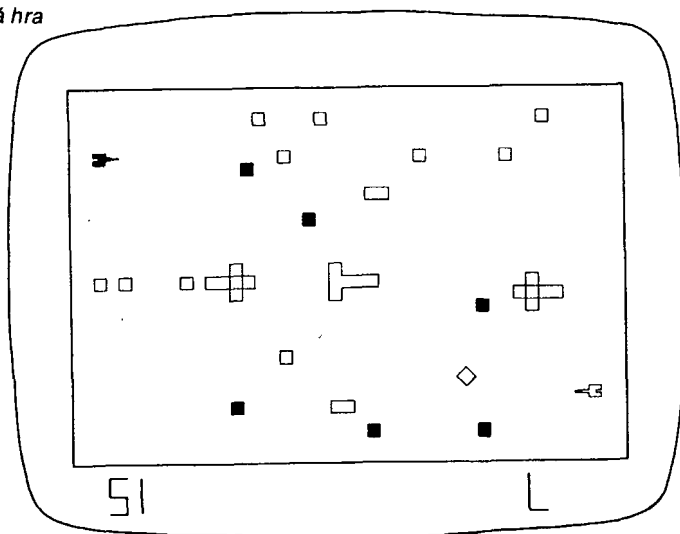
rénními překážkami, které také chrání tanky před zásahy. Při sepnutí spínače S1 jsou také neprůjezdné. Na bojišti je mimo to rozmístěno 6 min, které tank při dotyku zničí. Tím, že mina vybuchne, zmizí až do konce hry. Lze ji též zneškodnit granátem. Dostřel tanku je asi 2/3 šířky pole a závisí na úhlu střelby.

Tank se může pohybovat třemi rychlostmi vpřed i vzad celkem pod 32 úhly. Může se rovněž otáčet na místě. Granát

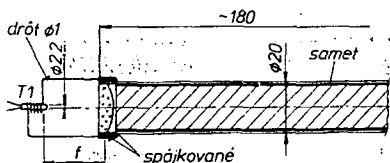
vystřelený při otáčení má zakřivenou dráhu ve směru otáčení. Střílet z děla je možno v nejkratším intervalu 4 sekund. Při častějším pokusu o výstřel se sice ozve rána, ale granát nevyletí. Akusticky je imitován zvuk motorů tanků, střelba a exploze granátů a min.

Po zásahu minou či granátem se tank na 2 až 4 sekundy zastaví a nemůže střílet. Zároveň je započítán zásah na skóre. Hra končí, když se jednomu z hráčů podaří

Obr. 11. Tanková hra





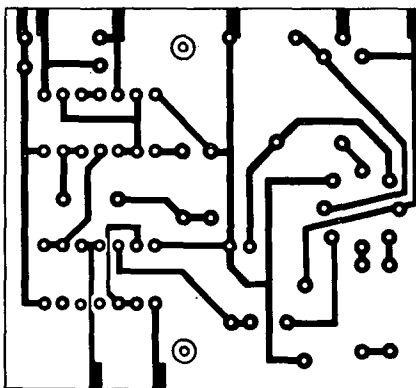


Obr. 2. Praktická konštrukcia fotopušky

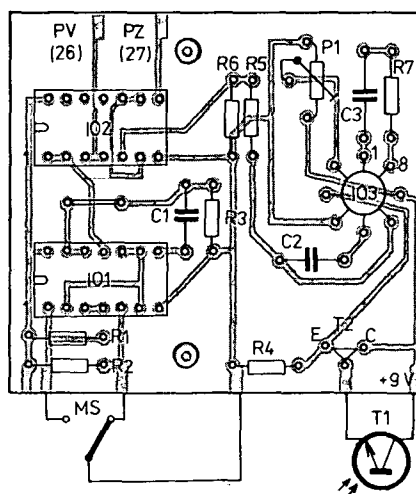
schopnosti je použitý OZ MAA501 zapojený ako komparátor napätí s fototranzistoru a trimru 0,33 MΩ, ktorým sa nastaví pracovný bod komparátoru.

Kľúčovým problémom je mechanicko-optické vyhotovenie hlavne. Treba najmä zamedziť reflexom v hlavni a presne sústrediť svetlo na fototranzistor. Na zamedzenie reflexov som najprv skúšal matnú čiernu farbu, no bezúspešne. Nakoniec sa osvedčil čierny samet nalepený najprv na tvrdší papier a tak zrolovaný vsunutý do hlavne. Spojnú šošovku možno do hlavne zalepiť, alebo inak pevne spojiť s hlavňou. Upevnenie fototranzistora musí byť pevné a zároveň dovoliť jeho vystredenie do ohniska, napríklad podľa obr. 2, pomocou špirály z drôtu. Prihýbaním drôtu vystredíme fototranzistor do ohniska – najlepšie tak, že zapojíme obvod, zamierime na svetelný bod na tmavom pozadí a podľa napätí na emitore KC147 vystredíme.

Obrazec s plošnými spojmí je na obr. 3, rozloženie súčiastok na doske na obr. 4.



Obr. 3. Obrazec s plošnými spojmí P319



Obr. 4. Rozloženie súčiastok na doske s plošnými spojmí P319

Zapojenie je možné s výhodou napájať z batérií napájajúcich obvod AY-3-8500 podľa AR 4/78. V tomto zapojení je možno hrať 4 hry a s prídavným zapojením ešte 2 fotostrelecké hry.

## Soznam súčiastok

### Odpory TR 112a

R1, R2	4,7 kΩ
R3	390 Ω
R4	0,33 MΩ
R5, R6	390 Ω
R7	1,5 kΩ
P1	0,33 MΩ

### Kondenzátory (keramické)

C1	0,15 μF
C2	820 pF
C3	1 nF

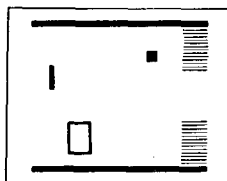
### Polovodičové prvky

IO1, IO2	MH7400
IO3	MAA501
T1	KP101
T2	KC147

## Úprava TV her

Jsem jeden z mnohých, kteří si postavili televizní hry s IO AY-3-8500 podle AR 4/78. V tomto zapojení je možno hrát 4 hry a s prídavným zapojením ještě 2 fotostrelecké hry.

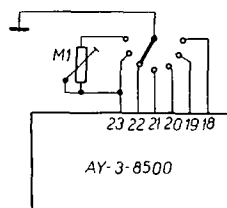
Jednoduchou úpravou však můžeme získat další hru, kterou jsem nazval „Útok“. Jde o hru pro jednoho hráče, hráč se snaží dát gól do volné branky. Jako obvykle patnáctým gólem hráč vyhrává. Obraz hřiště na obrazovce je na obr. 1.



Obr. 1. Hra „Útok“ na obrazovce

Nevýhodou tohoto zapojení však je, že na obrazovce je pouze jedno číslo skóre, které udává počet gólů. Druhá číslice, která udává počet nevyužitých „míčů“, nejde dokonale nastavit.

Jak je patrné z obr. 2, je zapojení velmi



Obr. 2. Úprava v původním zapojení

jednoduché. K výstupu 23 (poteta) připojíme trimr 0,1 MΩ (popř. 0,12 MΩ) a druhý konec připojíme k dalšímu kontaktu přepínače. Potom trimrem nastavíme obraz. Tím je celá úprava ukončena.

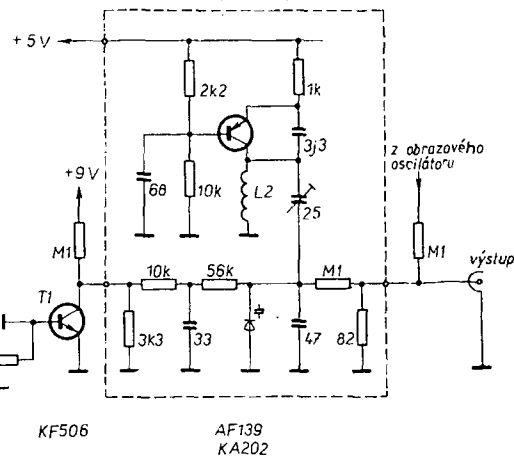
Vít Janíček

## Úprava zvukového doprovodu

Postavil jsem TV hry podle AR A4/78 a byl jsem překvapen řešením zvukového doprovodu, umístěného v krabici elektro-

niky her. Zkusil jsem udělat zvukový oscilátor, stejný jako obrazový, avšak frekvenčně modulovaný. Výsledek byl překvapující:

- 1) lepší kvalita zvuku
- 2) ušetření reproduktoru.



Obr. 1. Úprava zvukového doprovodu TV her

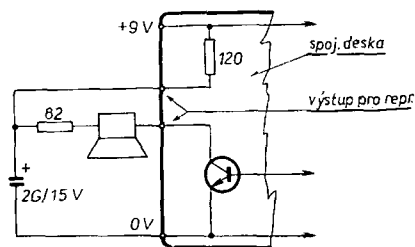
- 3) dobrá směrovost (zvuk z hrací plochy)
- 4) možná regulace hlasitosti i barvy tónu
- 5) delší doba života baterií.

Schéma je na obr. 1.

A. Novák

## Úprava TV her s AY-3-8500

Po přečtení příspěvku v AR A č. 2/81 v rubrice „Jak na to“ Úprava televizních



Obr. 1. Úprava TV her s AY-3-8500

her, si dovoluji zaslat tento příspěvek:

S problémy, jež popisuje autor příspěvku jsem se v celém rozsahu setkal také, s tím, že obraz byl neklidný při zvukových efektech i při zcela čerstvých bateriích.

Zapojení jsem upravil tak, že jsem přidal kondenzátor 2000 μF/15 V a odpor 82 Ω (podle požadované hlasitosti) podle obr. 1.

Uvedenou úpravou, která se mi jeví jednodušší než zvláštní zdroj pro zvuk, jsem odstranil závadu beze zbytku, hry fungují také ještě při poklesu napětí baterií až asi k 5,5 V, pokud toto napětí ještě vyhovuje pro správnou funkci AY-3-8500. Ze 4 ks, které jsem měl možnost vyzkoušet, u jednoho již při napětí 7 V nenasazoval obraz míče.

Předpokládám, že uvedená úprava bude zajímat i ostatní amatéry, kteří si televizní hry podle AR A č. 4/78 postavili.

Josef Plánek

# PRÍDAVNÉ ZAPOJENIA PRE TELEVÍZNE HRY S AY-3-8500

Ing. Vladimír Luchava, Rudolf Míhálík

Článok podáva návod na konštrukciu troch prídavných zariadení zo štandardných integrovaných obvodov.

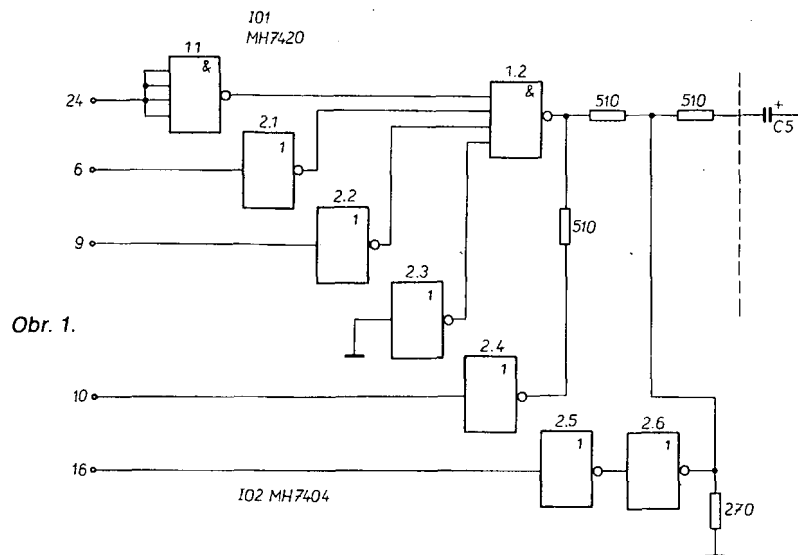
Na základe článku uverejneného v AR A4/78 sme zapojili televízne hry s IO AY-3-8500 a pokúsili sa po určitej dobe priniesť do jednotlivých hier oživenie. I keď sú majitelia čiernobielych televíznych prijímačov ochudobnení o farebný zážitok, je možno i na čiernobielym obra-

ze farebne odlišiť jednotlivých hráčov, čo je najviac pôsobivé pri hre squash a futbal. Náhradou štvorstupových hradieľ CM4072 (IO2) zapojením podľa obr. 1 sa dosiahne farebné odlišenie: pole je šedé, ľavý hráč je čierny a pravý hráč je biely.

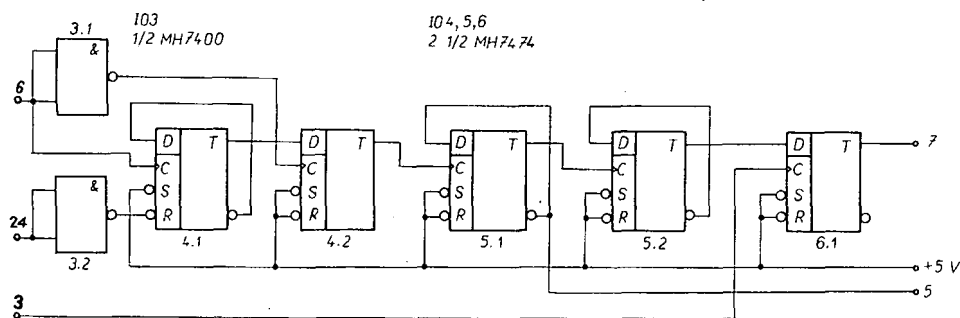
Zapojenie na obr. 2 umožňuje náhodne zväčšiť rýchlosť lopty a zmeniť uhol jej odrazu od hráčov a mantinelu bez vplyvu

hráča. Je tu plne využitá funkcia klopného obvodu D pri riadení hodinovým impulzom (v našom prípade hodinový impulz vytvára výstup zvuku a lopty z AY-3-8500), ktorá bola na stránkach AR už vysvetľovaná.

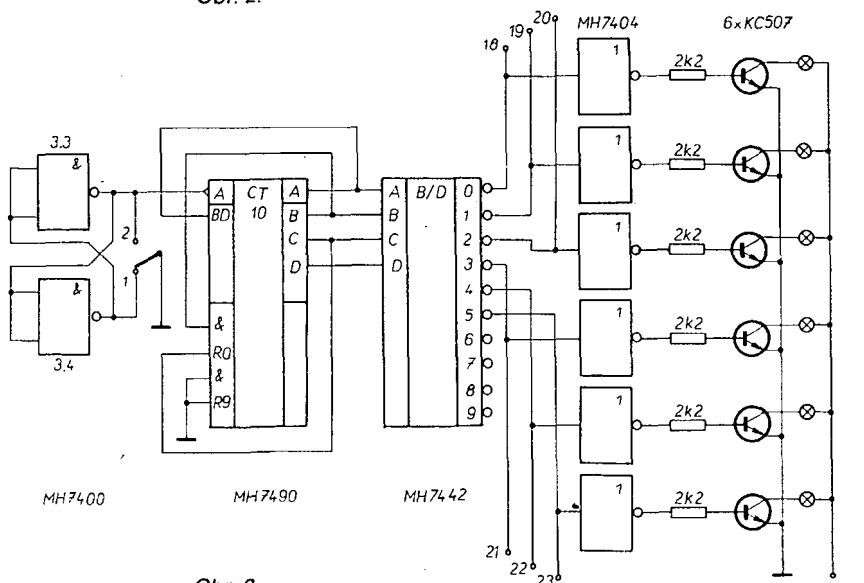
Tretie zapojenie (obr. 3) zobrazuje elektronický prepínač hier, ktoré AY-3-8500 umožňuje. Integrovaný čítač s modulom 6 (MH7490) je riadený tylom impulzu, ktorý je vytvorený korekčným obvodom (IO 3.3, 3.4). V polohe 1 tlačítka je na výstupe 3.3 log. 1 a v polohe 2 tlačítka je log. 0. Výstupy z čítača riadia dekodér MH7442, ktorý pripája vstupy jednotlivých hier na mínus pól. Prepnutie hier je ešte indikované miniatúrnymi žiarovkami.



Obr. 1.



Obr. 2.

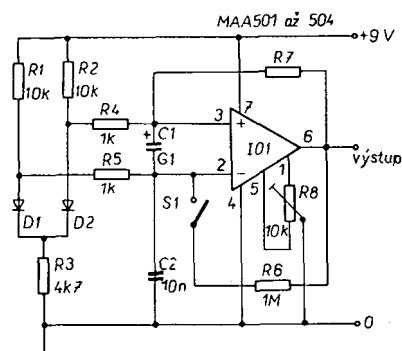


Obr. 3

## Termosensor

Teplotná nestabilita součastek bývá obvykle ve všech zapojeních na závadu. Vhodným zapojením ji však lze také využít. Termosensor na obr. 1 využívá teplotní závislosti napětí na křemíkové diodě v propustném směru k ovládání libovolného dalšího obvodu. Dotkneme-li se prstem diody, zahřeje se a překlápí klopný obvod do druhého stavu.

Po zapnutí napájecího napětí je na invertujícím vstupu operačního zesilovače IO1 menší napětí, než na neinvertujícím, protože kondenzátor C2 se nabíjí poměrně pomalu. Výstupní napětí je tedy přibližně stejné, jako napájecí napětí obvodu. Zpětná vazba odporem R7 udržuje tento stav jako stabilní. Když nyní prstem



Obr. 1. Termosensor

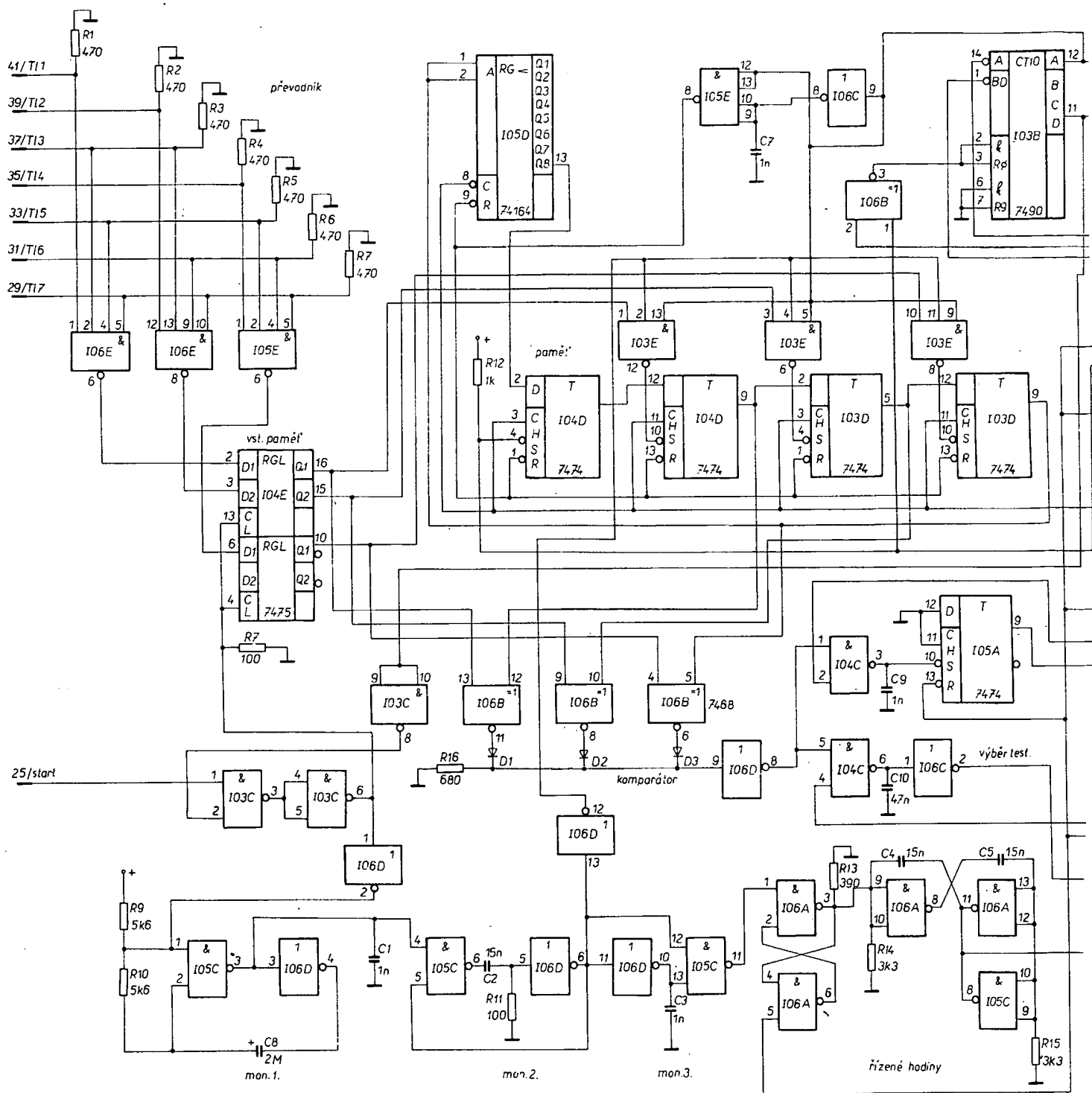
zahřejeme diodu D2, zmenší se vlivem teplotní závislosti napětí na vstupu + IO1, je menší než napětí na druhém vstupu (-), a výstupní napětí klesne na nulu. Odpor R7 opět udrží tento stav jako stabilní (zpětná vazba). Dotykem prstu na diodu D1 vrátíme (na stejném principu) obvod opět do původního stavu.

Citlivost obvodu lze měnit odporem R7 a přizpůsobit ji našim požadavkům. Čím větší odpor, tím citlivější je zapojení.

Charakteristiky obou diod (libovolného křemíkového typu) by se neměly příliš lišit. Drobné rozdíly lze zároveň s kompenzací rozdílového napětí vstupů IO1 vyrovnat trimrem R8. Při sepnutém spínači S1 nastavíme na výstupu přesné polo-  
viční napájecí napětí trimrem R8. Po rozpojení S1 je obvod připraven k funkci.

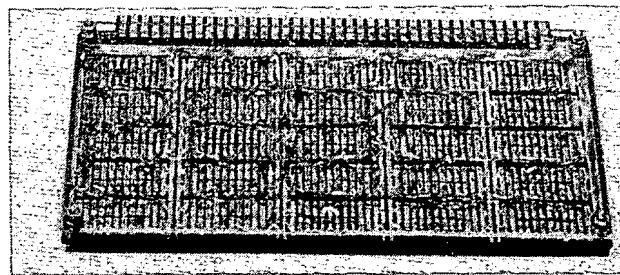
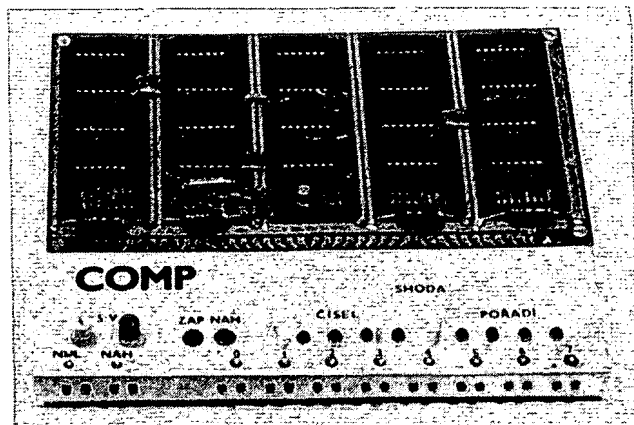
Elektronika 77/79

-ak



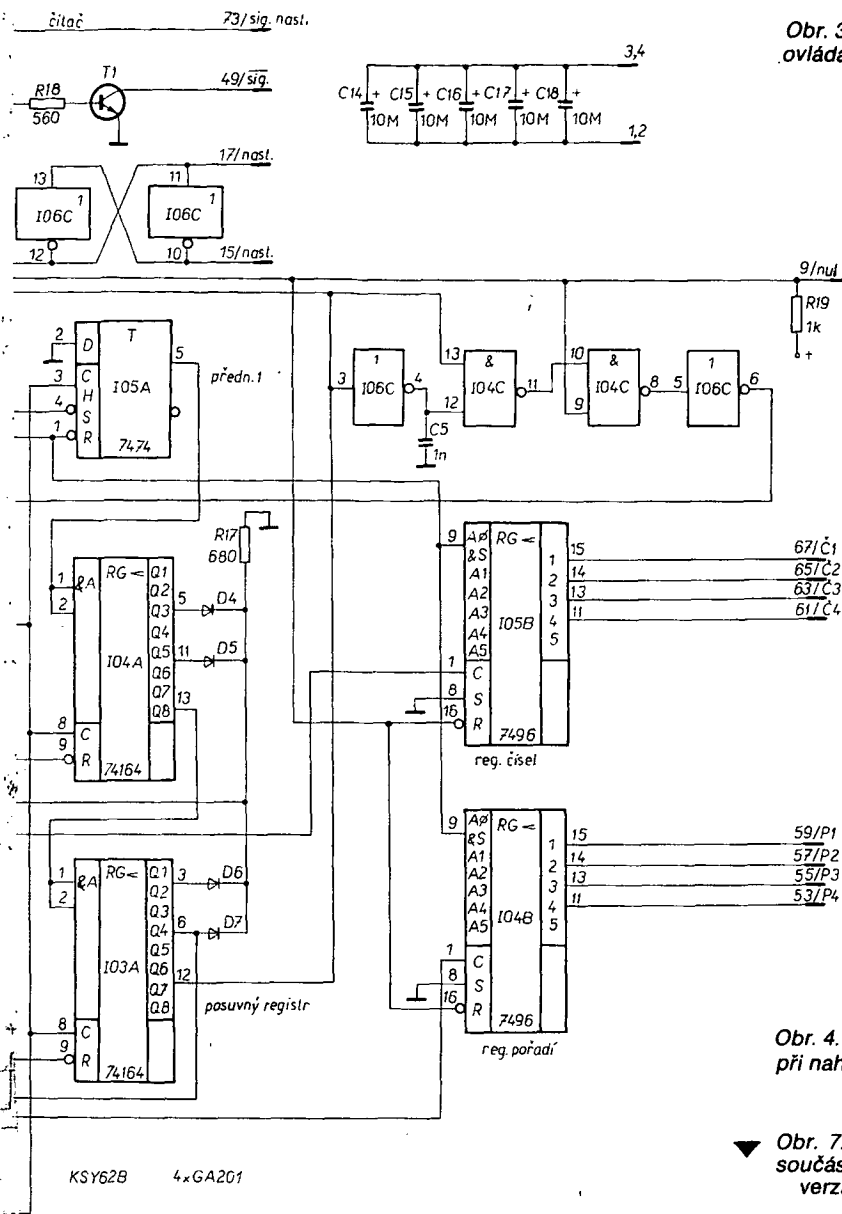
Obr. 2. Schéma zapojení hry COMP

3xGA201

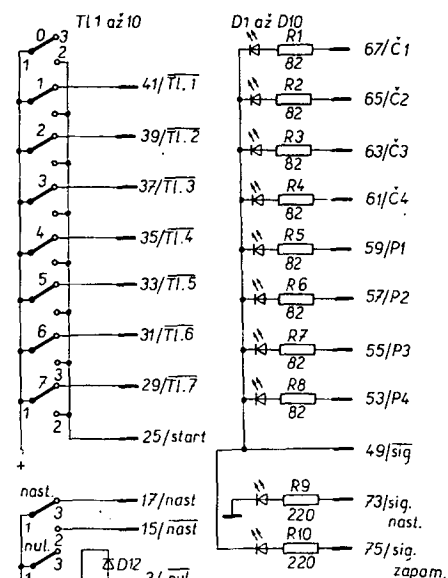


Obr. 6. Pohled ze strany spojů

Obr. 5. Sestavená hra COMP

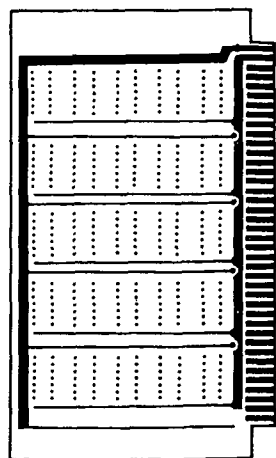


Obr. 3. Schéma ovládacího panelu

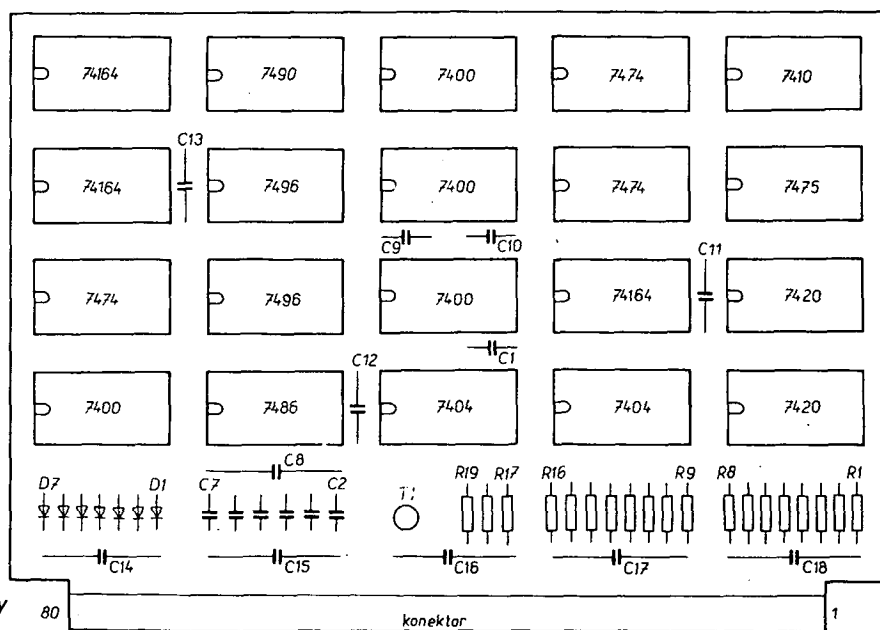


Obr. 4. Stav paměti při nahrávání

Obr. 7. Rozmístění součástek na univerzální desce



Obr. 8. Příklad možné univerzální desky s plošnými spoji



a pak se zase vrátíme na začátek výpočtu, na programový krok č. 007, pokynem: Výpočet nyní probíhá „kolem dokola“ tak dlouho, dokud se nezjistí, že celá část čísla v paměti č. 05 je rovna nule. V tom případě pokračuje program na kroku, pro jehož číslo jsme si nechali prázdné „okénko“. Výpočet je ukončen a potřebujeme ukázat na displeji výsledek, střádaný v paměti č. 02. Napíšeme tedy:

**GTO 007**

**RCL 02**  
**R/S**

a zastavíme program: Pokyn RCL 02 je na 34. programovém kroku a toto číslo tedy musíme napsat do prázdného okénka. Celý program, seřazený tak, jak „mačkáme tlačítka“, je v tab. 1 (označení hvězdičkou znamená, že musí předcházet stisknutí tlačítka 2nd). Pokud bychom chtěli teď počítat jiné číslo, musíme vymazat všechny paměti (aby se nové výsledky nepřičítaly ke starým) a vrátit se na začátek programu. Dopíšeme proto ještě poslední dva pokyny – vymazání paměti a návrat na začátek programu

**\*CMs**

**RST**

Práce na programu a to, že „fungoval“, mě natolik zaujalo, že jsem se rozhodl udělat ještě program pro opačný postup – převod binárního čísla na dekadické. Postup je velmi podobný a vycházel z následujících úvah:

Jednotlivá místa binárního čísla mají (je-li na nich jednička) hodnotu 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 atd., obecně  $2^{n-1}$ , kde  $n$  je pořadí místa zprava. Součet všech těchto čísel dává celkovou hodnotu odpovídajícího dekadického čísla.

V programu budeme tedy oddělovat po jednom místě zprava ze zadaného čísla a v případě, že na něm bude jednička, přičteme do „střádací paměti výsledku“ příslušnou hodnotu  $2^{n-1}$ . Místa budeme oddělovat tak, že číslo dekadicky vydělíme deseti, tím dostaneme jeho první číslici zprava za desetinnou čárku. Část čísla za desetinnou čárku umí kalkulátor oddělit a umí také zjistit, zda je či není rovna nule. Číslo  $2^{n-1}$  vytvoříme obdobně, jako v předcházejícím programu, výchozím číslem bude ale 0,5 a budeme je před každým cyklem výpočtu násobit dvěma.

Abychom poznali, kdy je výpočet ukončen, musíme zjistit, máme-li v základním čísle před desetinnou čárkou ještě nějakou jedničku, čili je-li celá část čísla rovna nule či nikoli. Tento test zařadíme do programu podobně jako v minulém případě.

Je-li výpočet ukončen, přečte se výsledek, „nastřádaný“ opět v paměti č. 02.

Program vypadá následovně (už poněkud stručněji): Do paměti č. 05 vložíme zadané číslo:

Do paměti č. 01 pro vytváření čísla  $2^{n-1}$  vložíme 0,5 (aby tam pro první výpočet po vynásobení dvěma byla jednička):

A začíná výpočet (jsme na kroku č. 007). Obsah paměti č. 01 vynásobíme dvěma

Zjistíme, zda číslo z paměti č. 05 má část před desetinnou čárkou rovnou nule

Je-li odpověď „ano“, necháme si „okénko“ je-li odpověď „ne“, výpočet pokračuje tím, že číslo dělíme deseti:

Výsledek uložíme zpět do paměti č. 05

oddělíme z něho část za desetinnou čárkou a zjistíme, je-li rovno nule

V případě že ano, nic se nepřičítá a vracíme se na začátek výpočtu na programový krok č. 007

V případě že ne, je zapotřebí číslo  $2^{n-1}$  z paměti č. 01

přičíst do paměti č. 02, střádající výsledek

poté se opět vrátíme na začátek výpočtu, tj. na programový krok č. 007

Až bude výpočet ukončen, tj. před desetinnou čárkou již nebude žádná jednička (viz vynechané okénko), vyjmeme z paměti č. 02 výsledek

a zastavíme program Protože pokyn RCL 02 je na 34. programovém kroku, dopíšeme toto číslo do vynechaného okénka.

Pro další výpočet vymažeme všechny paměti a vrátíme program na začátek

Celý program je po jednotlivých krocích seřazen v tab. 2.

I vy jistě vidíte, že oba programy jsou velmi podobné mají stejnou strukturu i stejný počet kroků. Přímou se nabízí možnost je sloučit a vytvořit jeden program pro oba převody (z dekadického na binární a z binárního na dekadický).

Podrobným srovnáním obou programů zjistíte, že se liší pouze v konstantách, tj. v tom, zda násobíme nebo dělíme dvěma nebo deseti. Jinak jsou programy úplně stejné.

Nebudeme proto vkládat konstanty do programů přímo číselně, ale uložíme je do paměti č. 03 a 04 kalkulátoru a v programu je nahradíme pokyny RCL 03 popř. RCL 04

Pro snadnou obsluhu programu použijeme zářezky (labely) označených písmeny A (pro převod na binární čísla) a B (pro převod na dekadická čísla). Program je v tab. 3.

První část je zadání pro převod z dekadického na binární číslo:

Začíná zářezkou (labelem) vložením zadaného čísla do paměti č. 05

uložením čísla 0,1 (nulu lze vynechat) do paměti č. 01

Uložíme do paměti č. 03 konstantu 10

a do paměti č. 04 konstantu 2

Nyní pokynem přejdeme na programový krok č. 33, kde začíná společná část programu pro výpočet.

Zářezkou (labelem) B začíná zadání pro převod z binárního čísla na dekadické

**RCL 05**

**\*INT**

**\*x=t**

**□**

**: 10 =**

**STO 05**

**INV \*INT**

**\*x=t**

**007**

**RCL 01**

**SUM 02**

**GTO 007**

**RCL 02**

**R/S**

**\*CMs**

**R/S**

**Lbl A**

**STO 05**

**.1 STO 01**

**10 STO 03**

**2 STO 04**

**GTO 33**

**\*Lbl B**

obdobně ukládáme do paměti číslo a konstanty

**STO 05**

**.5 STO 01**

**2 STO 03**

**10 STO 04**

a pokračujeme výpočtem na právě následujícím programovém kroku č. 033.

Program výpočtu je shodný s těmi, které jsme již podrobně popsali. Liší se, jak bylo již řečeno, jen v tom, že místo konkrétních konstant 2 nebo 10 v něm najdete výrazy RCL 03 a RCL 04.

Program používáme tak, že zobrazíme na displeji zadané číslo, stiskneme tlačítko A a objeví se jeho binární ekvivalent. V případě zadání binárního čísla stiskneme tlačítko B a objeví se jeho dekadický ekvivalent. Zvolíme-li např. číslo 156, po stisknutí tlačítka A se objeví 100 111 00. Po stisknutí tlačítka B se objeví zpět 156.

V samostatných programech pro jednotlivé převody stiskneme pro získání výsledku tlačítko R/S.

Někomu se možná bude zdát celý tento výklad příliš „polopatický“. V tom případě pro něj není určen. Je dost těch, kteří mají programovatelný kalkulátor a ještě příliš nevědí, co s ním. Pro ty je tento článek určen především. Ne snad proto, aby si mohli převádět dekadické číslo na binární nebo naopak, ale aby si uvědomili (z praktického hlediska), že lze tvořit program pouze logickým uvažováním při znalosti základních možností kalkulátoru a jeho obsluhy.

—ek

Tab. 1.

000 42	STO	020 42	STO
001 05	05	021 05	05
002 00	0	022 22	INV
003 93	.	023 59	*Int
004 01	1	024 67	*x=t
005 42	STO	025 00	00
006 01	01	026 07	7
007 01	1	027 43	RCL
008 00	0	028 01	01
009 49	*Prd	029 44	SUM
010 01	01	030 02	02
011 43	RCL	031 61	GTO
012 05	05	032 00	00
013 59	*Int	033 07	7
014 67	*x=t	034 43	RCL
015 00	0	035 02	02
016 34	34	036 91	R/S
017 55	÷	037 47	*CMs
018 02	2	038 81	RST
019 95	=		

Tab. 2.

000 42	STO	020 42	STO
001 05	05	021 05	05
002 00	0	022 22	INV
003 93	.	023 59	*Int
004 05	5	024 67	*x=t
005 42	STO	025 00	00
006 01	01	026 07	7
007 02	2	027 43	RCL
008 49	*Prd	028 01	01
009 01	01	029 44	SUM
010 43	RCL	030 02	02
011 05	05	031 61	GTO
012 59	*Int	032 00	00
013 67	*x=t	033 07	7
014 00	0	034 43	RCL
015 34	34	035 02	02
016 55	÷	036 91	R/S
017 01	1	037 47	*CMs
018 00	0	038 81	RST
019 95	=		

Tab. 3.

000 76	*LbI	017 33	33	033 43	RCL	048 05	05
001 11	A	018 76	*LbI	034 03	03	049 22	INV
002 42	STO	019 12	B	035 49	*Prd	050 59	*Int
003 05	05	020 42	STO	036 01	01	051 67	*x=t
004 93		021 05	05	037 43	RCL	052 00	0
005 01	1	022 93		038 05	05	053 33	33
006 42	STO	023 05	5	039 59	*Int	054 43	RCL
007 01	01	024 42	STO	040 67	*x=t	055 01	01
008 01	1	025 01	01	041 00	0	056 44	SUM
009 00	0	026 02	2	042 61	61	057 02	02
010 42	STO	027 42	STO	043 55	+	058 61	GTO
011 03	03	028 03	03	044 43	RCL	059 00	0
012 02	2	029 01	1	045 04	04	060 33	33
013 42	STO	030 00	0	046 95	=	061 43	RCL
014 04	04	031 42	STO	047 42	STO	062 02	02
015 61	GTO	032 04	04			063 47	*CMs
016 00	0					064 91	R/S

## PROGRAM PRO ŘEŠENÍ DETERMINANTŮ 3. STUPNĚ A SOUSTAV ROVNIC NA HP - 25

Ing. Jaroslav Losert

Článek seznámí čtenáře, který nemá přesnou představu o použití programovatelného kalkulátoru, s praktickou aplikací kalkulátoru HP-25 na daný problém a současně poskytne těm čtenářům, kteří zmíněný kalkulátor vlastní, odzkoušené programy pro řešení uvedených problémů.

Úvodem bude proto nutné popsat stručně vlastnosti kapesního programovatelného kalkulátoru Hewlett-Packard HP-25, aby si neinformovaný čtenář mohl učinit představu o možnostech aplikace programovatelných kalkulátorů.

Kalkulátor HP-25 zpracovává číselná data v rozsahu  $-9,9999999 \cdot 10^{+99}$  až  $-1,0 \cdot 10^{-99}$  a  $1,0 \cdot 10^{-99}$  až  $9,9999999 \cdot 10^{+99}$ , přičemž data zobrazuje na displeji ve třech tvarech:

- s pevnou desetinnou čárkou a volitelným počtem zobrazených desetinných míst (max. 10 číslic a znaménko),
- v tzv. vědecké notaci s volitelným počtem zobrazených míst za desetinnou čárkou (max. 8 číslic a znaménko – mantisa; 2 číslice a znaménko – exponent 10),
- v tzv. inženýrské notaci, což je speciální případ zobrazení podle b), přičemž exponent nabývá hodnot v násobcích 3 (0; 3; 6; ...  $3n$  ...) a minimální počet volitelných číslic v mantise je 3.

Ve všech případech kalkulátor z vypočítaného výsledku automaticky zaokrouhluje na zobrazený počet míst, přičemž je přesný výsledek na požádání k dispozici. Taktéž v provozu podle a) přejde automaticky na provoz podle b), je-li překročena zobrazovací možnost displeje. Při řešení trigonometrických úloh může kalkulátor počítat v úhlových stupních, radiánech a gradech. Tak jako ostatní kalkulátory HP pracuje i tento kalkulátor v systému RPN (obrácený polský zápis), který je po stránce funkční charakterizován tím, že data vložená do operační paměti vystupují z ní v obráceném pořadí, než v jakém byla vkládána. Operační paměť – STACK – je tvořena čtyřmi registry, označovanými X; Y; Z a T, při vkládání se v ní data posouvají

současně způsobem, který můžeme znázornit schematicky:  $X \rightarrow Y$ ;  $Y \rightarrow Z$ ;  $Z \rightarrow T$ . Vložíme-li však více dat než čtyři, pak zaniká původní obsah registru T a údaj je nahrazen údajem vloženým později. Z toho plyne, že při složitějších výpočtech musíme pamatovat na obsazení registrů, abychom v jejich průběhu důležitá data „nepoztraceli“. Vlastní operace s daty probíhají v registru X (výpočty funkcí apod.) a mezi registry X a Y (základní aritmetické operace, výpočet  $y^x$ , %). Při poslední jmenovaných operacích se data v registrech posouvají opačným směrem, což je možno opět schematicky znázornit:  $Z \rightarrow Y$ ;  $T \rightarrow Z$ . Registr X obsahuje výsledek operace a v registru T zůstává zachován jeho původní obsah. K registru X je u tohoto typu kalkulátoru přiřazena paměť posledního  $x$  (LAST  $x$ ), která uchovává obsah registru X i po jeho zpracování. Obsah této paměti lze vyvolat zpět do registru X a použít tak k případným opravám nebo k dalšímu výpočtu. K manipulaci s daty v operační paměti slouží (kromě operačních) tato další tlačítka:

**ENTER↑**

**CHS**

**$x \rightleftharpoons y$**

**R↓**

**CLx**

**f STK**

- vkládá údaje (data) do vyšších registrů,
- mění znaménko data v registru X (násobí  $-1$ ),
- umožní vzájemnou záměnu dat mezi registry X a Y;
- posouvá data v operační paměti dle schématu:  $T \rightarrow Z$ ;  $Z \rightarrow Y$ ;  $Y \rightarrow X$ ;  $X \rightarrow T$ ; (cyklická záměna),
- nuluje registr X,
- nuluje celou operační paměť.

Funkční vybavení kalkulátoru zahrnuje: aritmetické úkony, výpočet funkcí:  $1/x$ ,

$x$ ,  $x^2$ ,  $y^x$ ,  $\ln x$ ,  $\log x$ ,  $e^x$ ,  $10^x$ , trigonometrické a cyklometrické funkce. Dále je možno vyčíslit %, převádět data v registru X na absolutní hodnotu, přepočítávat úhlovou, popř. časovou míru z desítkové soustavy do šedesátné a naopak, transformovat souřadnice z pravoúhlého do polárního tvaru a zpět. Je možno též vyčíslit celou (INT) a desetinnou část (FRAC) čísla a pro statistické účely zpracovávat soubory číselných dvojic (s použitím paměťových registrů) dle následujících vztahů:

a)  $\frac{n}{n}$  – počet vzorků

$$b) \sum_{i=1}^n y \quad c) \sum_{i=1}^n xy$$

$$d) \sum_{i=1}^n x^2 \quad e) \sum_{i=1}^n x$$

Takto zpracovaný soubor slouží k přímému zjištění střední hodnoty ( $\bar{x}$ ) a standardní odchylky ( $s$ ), což umožňuje shodně označená tlačítka.

K doplnění a rozšíření funkčních možností kalkulátoru je instalován paměťový blok, obsahující osm registrů s úplnou aritmetikou. Tyto registry jsou jak pro organizační, tak i pro manipulační účely označeny čísly 0 až 7. Vstup do těchto registrů je možný z registru X buď přímo (kombinací tlačítek **STO** a **0** ... **7**), přičemž se obsah adresovaného registru přepíše novým údajem, nebo aritmetickou operací (kombinací tlačítek **STO**, **+** ... **+**, **0** ... **7**), přičemž se podle zvolené operace přiřadí obsah X registru k obsahu adresovaného paměťového registru. Vyvolání obsahu určitého registru zpět do registru X umožní kombinace tlačítek **RCL**, **0** ... **7**, přičemž obsah paměťového registru zůstává zachován; data z paměťového bloku se současně vymazají.

Kalkulátor indikuje překročení číselného rozsahu v operačním registru údajem 9,9999999 99, v paměťových registrech je „přetečení“ indikováno údajem OF, přičemž obě „varování“ se objeví na displeji okamžitě po úkonu, který překročení rozsahu způsobí. Taktéž i nedovolené operace ( $y/0$ ;  $\sqrt{x}$ , kde  $x < 0$ ; a další) jsou indikovány údajem Error. Jak manipulaci, tak i programování usnadňují různé automatické vazby instrukcí (např. po aritmetické operaci není nutno pro vložení následujícího údaje, který má být spolu s předchozím výsledkem zpracován, používat tlačítko **ENTER**), což zjednodušuje obsluhu při manuálním výpočtu a zkracuje program při automatickém výpočtu.

Programová část kalkulátoru (programová paměť) umožňuje zapsat maximálně 49 sdružených instrukčních kroků programu pro řízení výpočtu, přičemž za 49. krokem následuje instrukce k automatickému návratu na začátek programu. Krok 00 je počáteční (klidový), neobsahuje žádnou instrukci. Každý sdružený krok může obsahovat až tři na sebe navazující instrukce (např.: **STO**, **+**, **0**). Tímto způsobem je možné zaznamenat i poměrně rozsáhlé programy. Programuje se tlačítky, kterými se kalkulátor ovládá při manuálním provozu, kalkulátor však musí být přepnut do módu PRGM. (Mód RUN umožňuje jak automatický, tak i manuální výpočet). K těmto tlačítkům pak přistupují další, která prezentují speciální

v tab. 1 zapsat jak vlastní program, tak i přesuny dat mezi jednotlivými registry. V prvních dvou sloupcích jsou zachyceny kódované informace a instrukce, tak jak se nám při programování objevují na displeji, třetí sloupec uvádí operační instrukce ve funkčním označení tlačítek. Tyto tři sloupce tvoří vlastní zápis programu pro dokumentační účely. Další sloupce obsahují údaje o okamžitém obsazení registrů operační paměti ve stavu po provedené instrukci, poznámky k výpočtu a obsazení jednotlivých registrů paměťového bloku. Sloupec čtyři a další slouží k ilustraci programu a při konstrukci usnadňují jeho tvorbu. K takto zaznamenanému programu je nutno uvést též návod k použití. I tento návod je výhodné pro jednoznačnost a stručnost uvést ve formě programu. Pro náš případ je tento návod, nebo lépe „program jak s programem pracovat“, uveden v tab. 2 a nepotřebuje komentář. Pozn. Optimální program poskytne kombinovaný přístup podle (1); (2).

### Program pro řešení soustavy rovnic o třech neznámých

Máme zadáno:

$$a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z = k_1 \quad (3),$$

$$a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z = k_2 \quad (4),$$

$$a_{31}x + a_{32}y + a_{33}z = k_3 \quad (5).$$

Řešení hledáme ve tvaru:

$$x = \frac{D_x}{D} \text{ atp.}, \quad (6),$$

kde D vyčíslíme stejně jako v předešlém případě a  $D_x$ :

$$D_x = \begin{vmatrix} k_1 & a_{12} & a_{13} \\ k_2 & a_{22} & a_{23} \\ k_3 & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \text{ atp.}, \quad (7).$$

Řešíme tedy nejprve vztah pro D, výsledek vložíme do některého registru paměťového bloku, dále následuje vložení nových konstant podle vztahu (7) a řešení nového determinantu pomocí stejného programu. Neznámou vypočítáme po nalezení hodnoty D, manuálně a pokračujeme stejným způsobem při hledání dalších neznámých. Vlastní, tentokrát již „čistý“ program uvádí tab. 3 a návod k jeho aplikaci je v tab. 4.

Obě verze programu byly úspěšně odzkoušeny na praktických příkladech. Věci názoru, či spíše přístupu, jsou úvodní části programů, prezentující automatizované vkládání dat. Uvedená varianta volí automatickou organizaci proto, že zjednodušuje vkládání konstant a tím omezuje možnost vzniku chyb. Prakticky je možno tuto část programu vypustit a data vkládat přímo do paměti, ovšem při zachování struktury obsazení tak, jak je uvedeno v tabulkách 2 a 4.

### Literatura

- [1] Owner's Handbook, HP-25, Hewlett – Packard.
- [2] Applications Programs, HP-25, Hewlett – Packard.
- [3] Mrázek, J.: Výběr kapesních kalkulačtorů. Amatérské radio, A1/1978 (XXVII), s. 8 až 10.

5	Zadej konstanty pro D a	k <sub>1</sub>	R/S				k <sub>1</sub>
		a <sub>12</sub>	R/S				a <sub>12</sub>
		a <sub>13</sub>	R/S				a <sub>13</sub>
		k <sub>2</sub>	R/S				k <sub>2</sub>
		a <sub>22</sub>	R/S				a <sub>22</sub>
		a <sub>23</sub>	R/S				a <sub>23</sub>
		k <sub>3</sub>	R/S				0
		a <sub>32</sub>	ENTER				a <sub>32</sub>
	počítej	a <sub>33</sub>	R/S				D <sub>x</sub>
6	Výpočet x	D <sub>x</sub>	RCL	0	÷		x
7	Zadej konstanty pro D a	a <sub>11</sub>	R/S				a <sub>11</sub>
		k <sub>1</sub>	R/S				k <sub>1</sub>
		a <sub>13</sub>	R/S				a <sub>13</sub>
		a <sub>21</sub>	R/S				a <sub>21</sub>
		k <sub>2</sub>	R/S				k <sub>2</sub>
		a <sub>23</sub>	R/S				a <sub>23</sub>
		a <sub>31</sub>	R/S				0
		k <sub>3</sub>	ENTER				k <sub>3</sub>
	počítej	a <sub>33</sub>	R/S				D <sub>y</sub>
8	Výpočet y	D <sub>y</sub>	RCL	0	÷		y
9	Zadej konstanty pro D a	a <sub>11</sub>	R/S				a <sub>11</sub>
		a <sub>12</sub>	R/S				a <sub>12</sub>
		k <sub>1</sub>	R/S				k <sub>1</sub>
		a <sub>21</sub>	R/S				a <sub>21</sub>
		a <sub>22</sub>	R/S				a <sub>22</sub>
		k <sub>2</sub>	R/S				k <sub>2</sub>
		a <sub>31</sub>	R/S				0
		a <sub>32</sub>	ENTER				a <sub>32</sub>
	počítej	k <sub>3</sub>	R/S				D <sub>z</sub>
10	Výpočet z	D <sub>z</sub>	RCL	0	÷		z
11	Nové zadání		f	REG			
	GO TO 3						

## Výpočet logaritmických frekvenčních charakteristik na kalkulátore TEXAS INSTRUMENTS SR 56

Využitie logaritmických frekvenčních charakteristik je v mnohých oblastiach elektrotechniky veľmi rozšírené. Automatizačná technika, rádioelektronika – to sú odbory, ktoré si dnes v praxi bez týchto pojmov ani nevieme predstaviť. Nasledujúci návod by nám za pomoci vreckového kalkulátora TEXAS INSTRUMENTS SR 56 (ktorý uviedol na náš

trh PZO TUZEX) mal pomôcť k rýchlemu výpočtu amplitudových (ALF) a fázových (FLF) logaritmických frekvenčních charakteristik a zároveň demonštrovať široké možnosti využitia tohto kalkulátora.

Program je napísaný pre všeobecne zadaný prenos otvoreného obvodu v tvare

$$F_0(p) = Kp'(1 + T_1p)^{S_1} \cdot (1 + 2bT_2p + T_2^2p^2)^{S_2} \quad [1]$$



pričom parametre  $r$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  sú ľubovoľné celé čísla (kladné alebo záporné) a parametre  $K$ ,  $b$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  sú ľubovoľné reálne čísla. Úpravou prenosu obvodu, ktorého ALF a FLF charakteristiky chceme určiť na uvedený tvar prenosu alebo súčin takýchto tvarov prenosov zistíme parametre, ktoré sú vstupnými údajmi pre výpočet. V prípade, že sa nám prenos podarí upraviť len na súčin prenosov tvaru [1] počítame ALF a FLF charakteristiky pre každý činiteľ osobitne a výsledky sčítame. Napokon toto je známa prax pre každého, kto sa danou problematikou zaoberá.

#### Postup výpočtu:

1. Načítanie programu do programovej pamäti kalkulatéra a následné nulovanie programového čítača (RST)
2. Vstup parametrov:  $K$  STO 1  
 $r$  STO 2  
 $T_1$  STO 3  
 $T_2^2$  STO 6  
 $S_1$  STO 4  
 $S_2$  STO 7  
 $2bT_2$  STO 5
3. Výpočet  $20 \log |F_0(j\omega)|$  a  $\arg F_0(j\omega)$  pre zadané  $\omega$ . Postup: zadaj  $\omega$ , stlač R/S, na displeji sa objaví  $20 \log |F_0(j\omega)|$ , stlač R/S, na displeji sa ukáže  $\arg F_0(j\omega)$ . Pre každé ďalšie  $\omega$  sa vráť ku kroku 3.

Počas celého výpočtu musí kalkulatér počítat v stave „stupeň“ (DEG) a výsledky FLF charakteristik vychádzajú taktiež v stupňoch.

#### Program pre výpočet ALF a FLF charakteristik

Displej	Tlač.			
00 33	STO	45 64	x	
01 00	0	46 09	9	
02 45	$y^x$	47 00	0	
03 34	RCL	48 53	)	
04 02	2	49 35	SUM	
05 64	x	50 08	8	
06 52	(			
07 01	1			
08 74	-			
09 34	RCL			
10 06	6			
11 64	x			
12 34	RCL			
13 00	0			
14 43	$x^2$			
15 53	)			
16 32	$x \approx t$			
17 52	(			
18 52	(			
19 34	RCL			
20 00	0			
21 64	x			
22 34	RCL			
23 05	5			
24 53	)			
25 26	$f(n)$			
26 03	$R \rightarrow P$			
27 64	x			
28 34	RCL			
29 07	7			
30 53	)			
31 33	STO			
32 08	8			
33 00	0			
34 32	$x \approx t$			
35 45	$y^x$			
36 34	RCL			
37 07	7			
38 64	x			
39 34	RCL			
40 01	1			
41 64	x			
42 52	(			
43 34	RCL			
44 02	2			

Ing. Silvester Pšenák

# LOGICKÁ HRA NA TI-57

Ing. Jaroslav Včelář

K obľúbe a rozšíreniu programovateľných kalkulatérov prispíva mimo iné i možnosť jejich zájmového využitia. Kalkulatory pomáhajú riešiť rôzne zaujímavé úlohy alebo jsou společníky při rozmanitých zábavných či naučných hrách, kde mohou dokonce zastupovat spoluhráče. Pro mnoho uživatelů přitom bývá přitažlivá nejen zábavná stránka her a úloh, ale i vlastní práce s kalkulačtem a programování, které se může stát hlavním předmětem zájmu.

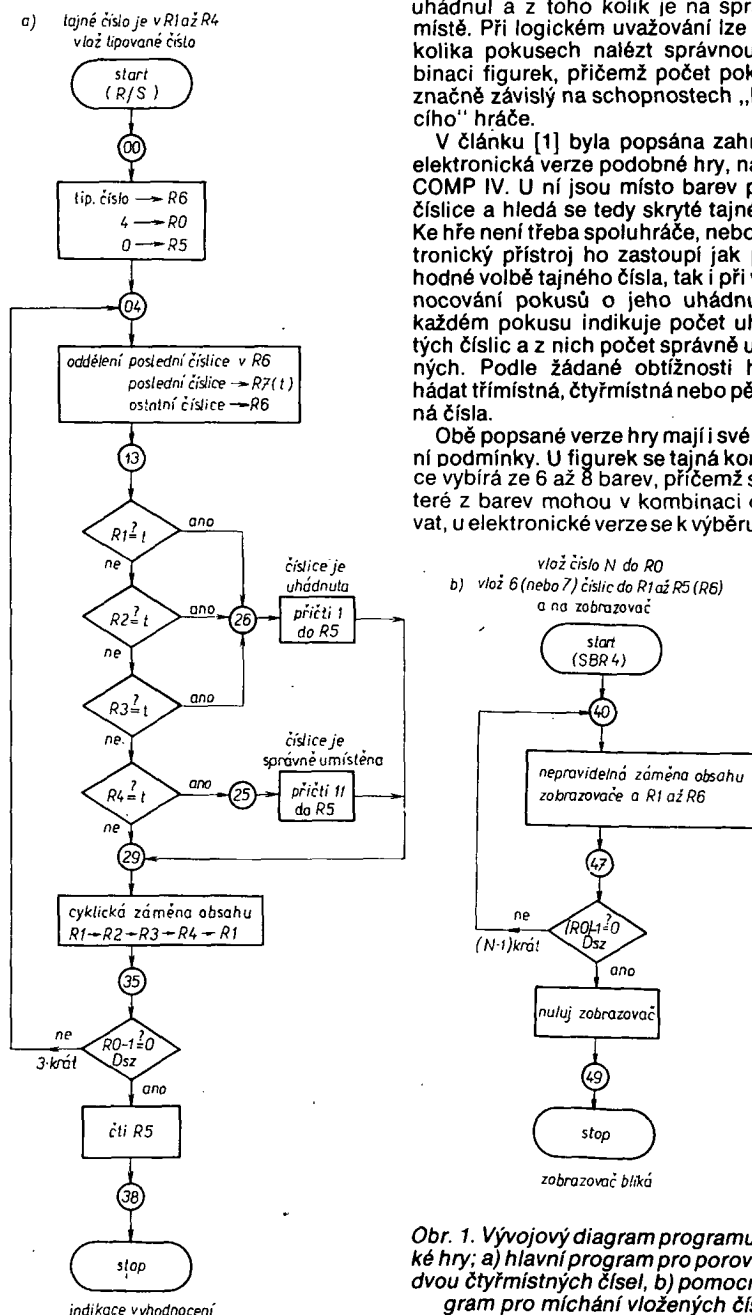
Příspěvkem k zájmovému využití kalkulatéru je i tento článek, který přináší program logické hry, zpracovaný pro kalkulatér Texas Instruments TI-57, který je u nás jedním z nejvíce rozšířených programovateľných kalkulatérov.

Popisovaná hra je obdobou obľúbené logické hry, známé v „mechanickém“ provedení. Tvoří ji krabička obsahující

figurky 6 nebo 8 různých barev a další pomocné figurky ve dvou barvách. Hrají vždy dva hráči, z nichž jeden skrytě zvolí tajnou kombinaci např. čtyř různých figurek a druhý se pak snaží tuto kombinaci uhádnout. Při každém pokusu vždy na víčku krabičky umístí čtveřici figurek jako tip na tajnou kombinaci a první hráč mu pomocnými figurkami vyhodnotí, kolik barev uhádnul a z toho kolik je na správném místě. Při logickém uvažování lze po několika pokusech nalézt správnou kombinaci figurek, přičemž počet pokusů je značně závislý na schopnostech „hádačích“ hráče.

V článku [1] byla popsána zahraniční elektronická verze podobné hry, nazvaná COMP IV. U ní jsou místo barev použity číslice a hledá se tedy skrytě tajné číslo. Ke hře není třeba spoluhráče, neboť elektronický přístroj ho zastoupí jak při náhodné volbě tajného čísla, tak i při vyhodnocování pokusů o jeho uhádnutí. Při každém pokusu indikuje počet uhádnutých číslic a z nich počet správně umístěných. Podle žádané obtížnosti hry lze hádat třímístná, čtyřmístná nebo pětímístná čísla.

Obě popsané verze hry mají i své zvláštní podmínky. U figurek se tajná kombinace vybírá ze 6 až 8 barev, přičemž se některé z barev mohou v kombinaci opakovat, u elektronické verze se k výběru tajné



Obr. 1. Vývojový diagram programu logické hry; a) hlavní program pro porovnávání dvou čtyřmístných čísel, b) pomocný program pro míchání vložených číslic

poměru rozptýlů obou rozložení program vypočítá poměr signál/šum pro zadanou pravděpodobnost falešného signálu a pravděpodobnost detekce užitečného signálu nebo jinou z těchto veličin při zadání zbývajících dvou. Vzhledem k použitému normálnímu rozložení by bylo možné tento program využít i v jiných jednoduchých statistických testech.

Polynomy se zabývají další dva programy:

**Pomocí EE-09** lze nalézt všechny kořeny, tedy reálné i komplexní, polynomů do 21° s jednou proměnnou a reálnými koeficienty. (Programem ML-08 lze určit a pomocí ML-07 zkontrolovat jen reálné kořeny).

**EE-10** násobí polynomy s výslednými polynomy do 25° u TI58 a do 40° u TI59.

**EE-11** převádí kapacity nebo indukčnosti na jejich reaktance pro zadaný kmitočet a naopak, dále určuje rezonanční kmitočet obvodu LC.

**EE-12** převádí sériovou impedanci na paralelní nebo naopak.

**EE-13** řeší aktivní filtry a to dolní a horní propust druhého řádu a pásmovou propust.

**EE-14** je určen pro výpočet pasivních dolních propustí typu Butterworth nebo Čebyšev pro shodné reálné odpory zdroje a zátěže. Potřebný řád filtru se určuje z nomogramů.

**EE-15** počítá konvoluční integrál. Obě funkce (pro elektrické aplikace především impulsní odezva lineárního systému na vstupní signál) jsou zadány do programu obdobně jako integrovaná funkce u ML-09. Program vyžaduje jen 10 registrů, mohou být tedy zadány i složitější funkce.

**EE-16** vypočítává u otevřených smyček lineárních zpětnovazebních systémů tyto parametry: úhel výstupu z komplexních pólů, úhel vstupu komplexních nul, průsečík asymptoty a její úhel s reálnou osou. Tyto parametry umožňují rychle sestavit geometrické místo kořenů pro zisk 0 a tedy určit podmínky stability uzavřené zpětnovazební smyčky.

**EE-17.** Možnost použití všech datových registrů je využita v programu diskretní Fourierovy transformace včetně transformace inverzní. Počet zadávaných hodnot u FT je maximálně 48 pro TI58 a 88 pro TI59, u IFT maximálně 16 pro TI58 a 32 pro TI59. Pro FT jsou výstupy reálná a imaginární část, absolutní hodnota v dB, absolutní hodnota a fázový úhel ve stupních.

**EE-18** provádí výpočty běžně řešené pomocí Smithova diagramu. Program umožňuje použít komplexní charakteristickou impedanci i ztrátové vedení. Program využívá 16 registrů, je tedy možno počítat např. optimalizaci délky linky vlastním přídatným programem.

**EE-19.** Poslední program je určen výhradně pro TI59 ve spojení s tiskárnou, tedy pro značně omezený okruh soukromých uživatelů této techniky. Jeho skladba je ukázkou mezních možností této malé výpočetní techniky. Program vypočítává amplitudovou a fázovou charakteristiku lineárních obvodů, sestavených z prvků R, L a C včetně zdrojů až do 5 uziů a 9 prvků, nebo 3 uziů a 24 prvků.

na číslo soustavy dvojkové. K tomu použijete programovatelný kalkulátor TI-57, který se velmi osvědčil. Zasilám vám program k tomu určený, který s úspěchem delší dobu používám (tab. 1). Věřím, že tento postup pomůže i jiným amatérům vlastním kalkulátor TI-57 (58-59).

Použití: (" značí 2nd)

1. INV " C. t.
2. Uložit dané číslo do registru t (R7).
3. Tlačítka RST a R/S zahájí výpočet.
4. Po zastavení programu zaznamenat číslo na displeji (udává, na kterém řádu píšeme 1).
5. Pokračovat tlačítkem R/S.
6. Po zastavení programu opět zaznamenat číslo na displeji.
7. Pokračovat stále stejně do chvíle, kdy se číslo na displeji nemění.

Příklad:

Máme převést číslo 156 na dvojkové.

1. Vložíme program
2. INV " C. t.
3. 156 x  $\neq$  t
4. RST
5. R/S
6. R/S
7. R/S
8. R/S
9. R/S

Víme tedy, že na 7., 4., 3., 2. řádu je jednička. Můžeme tedy přímo zapsat dané číslo ve dvojkové soustavě. (156)<sub>10</sub> je (10011100)<sub>2</sub>.

Tab. 1

00 01	1
01 34 2	SUM 2
02 86 4	"LBL 4
03 02	2
04 86 2	"LBL 2
05 55	X
06 02	2
07 85	=
08 32 1	STO 1
09 01	1
10 34 2	SUM 2
11 33 1	RCL 1
12 76	"x $\neq$ t
13 51 1	GTO 1
14 51 2	GTO 2
15 86 1	"LBL 1
16 66	"x = t
17 51 5	GTO 5
18 45	+
19 02	2
20 85	=

21 32 1	STO 1
22 01	1
23 34 2	INV SUM 2
24 33 2	RCL 2
25 81	R/S
26 22	x $\neq$ t
27 65	-
28 33 1	RCL 1
29 85	=
30 22	x $\neq$ t
31 00	0
32 32 2	STO 2
33 01	1
34 66	"x = t
35 51 4	GTO 4
36 71	RST
37 86 5	"LBL 5
38 33 2	RCL 2
39 81	R/S
40 00	0
41 32 2	STO 2
42 71	RST

Miroslav Louma

### Ověřeno v redakci AR

Program pro převod byl ověřen v redakci po úpravě nutné k odzkoušení na kalkulátoru TI-58. Vzhledem k tomu, že TI-58 nemá možnost sdružených instrukcí, je program pro něj o 15 kroků delší. Jak je v úvodu programu řečeno, převádí dekadická čísla na binární tak, že po každém stisknutí tlačítka R/S se objeví na displeji číslice, udávající, na kterém místě zprava výsledného binárního čísla je jednička. Je to způsob poměrně neobvyklý, a jistě by se vešel i do kapacity kalkulátoru TI-57 program, který by ukázal na displeji celý výsledek (viz např. článek na str. 54 této Přílohy). Svoji funkci však plní.

Byl jsem nedávno postaven před problémem zjistit faktoriál čísla 115, přičemž jsem měl k dispozici kalkulátor SR-56. Sestavil jsem proto za pomoci kolegů program na výpočet faktoriálů čísel větších než 69, neboť pro menší je program v příložené sbírce programů (dodávané s kalkulátorem). Program má dvě verze (viz níže): kratší obsahuje 27 instrukcí, je však méně přesná. Například počítáme-li 69!, je chyba na posledním desetinném místě na displeji, ale při číslech větších chyba prudce narůstá. Je samozřejmě, že ani druhá verze programu nevyhniká přesností, nicméně pro běžné velikosti čísel (např. do 200) vyhovuje. Program umožňuje zpracovat i čísla 0 a 1, na záporná čísla reaguje signalizací „chyba“.

Princip spočívá v tom, že řád součinu počítáme samostatně v paměti a násobíme jen mantisy. Po skončení výpočtu se nejprve objeví na displeji mantisa a po dalším stisknutí tlačítka R/S také řád hledaného čísla, tj. faktoriálu. Při podrobném studiu programu lze zjistit, že maximální číslo, pro které můžeme počítat faktoriál, je 9,999999999 · 10<sup>11</sup>. Netroufám si ovšem odhadnout, jak dlouho by takový výpočet trval. Pro informaci uvádím příklad:

$$1980! = 3,478911268 \cdot 10^{5669}$$

Doba výpočtu byla asi 36 minut.

Tab. 1.

00 56	"CP
01 38	"CMs
02 37	"x = 1
03 02	2
04 09	9
05 33	STO
06 00	0
07 01	1
08 64	x
09 34	RCL
10 00	0
11 94	=
12 33	STO
13 02	2
14 18	"log
15 29	"Int
16 35	SUM
17 01	1
18 34	RCL
19 02	2
20 18	"log
21 12	INV
22 29	"Int
23 19	"10 <sup>x</sup>
24 27	"dsz
25 00	0
26 08	8
27 41	R/S
28 34	RCL
29 01	1
30 41	R/S
31 42	RST

Tab. 2.

00 56	"CP
01 38	"CMs
02 37	"x = 1
03 02	2
04 04	4
05 33	STO
06 00	0
07 01	1
08 64	x
09 34	RCL
10 00	0
11 94	=
12 18	"log
13 74	-
14 29	"Int
15 35	SUM
16 01	1
17 94	=
18 19	"10 <sup>x</sup>
19 27	"dsz
20 00	0
21 08	8
22 41	R/S
23 34	RCL
24 01	1
25 41	R/S
26 42	RST

Je možné sestavit přesnější program, kde by se nepočítalo s logaritmy každého součinu, avšak takový program by obsahoval 44 instrukcí.

Jsem si vědom, že takové aplikace přicházejí v úvahu jen ve výjimečných případech, ale myslím, si že tento příspěvek ukazuje možnost podstatného rozšíření kapacity kalkulátoru, neboť maximální číslo, které lze tímto způsobem registrovat, je přibližně 10<sup>1000</sup>.

Milan Augusta

### Převod dekadického čísla na binární

Při práci s číslicovými IO často potřebuji převést dané číslo desítkové soustavy

### Faktoriál velkých čísel na SR-56

Vzhledem k tomu, že v Československu jsou již značně rozšířené programovatelné kalkulátory Texas Instruments, chtěl bych tímto příspěvkem přispět k dalšímu poznání možností těchto kalkulátorů.

### Sedlák, vlk, koza a zelí

Dovolte, prosím, ještě několik slov ke hře „Sedlák, vlk, koza, zelí“. Po seznámení se s Vámi přetištěným programem ing.

Z. Jojky, byli jsme takřka vybidnutí k tomu, abychom uvedli i náš program s TI 56, platící pro všechny ostatní typy s AOS, který zahrnuje pro uskutečnění uvedené hry pouze 44 kroků.

Účelem našeho příspěvku nemá být chloubka, či nějaká touha po zveřejnění – ostatně uvedený zábavní program této hry z ostatních asi dvaceti dalších je ten nejjednodušší, ale daleko víc jakási ukázka toho, že programovat znamená maximálně zjednodušovat dané podmínky při zachování všech aspektů zajímavého, ale účelného postupu při hledání řešení. V tomto případě je „Sedlákem“ přímo hráč. Je označen „0“ a zadává se tedy zcela automaticky jako účastník hry a to pro každou jízdu. Je to nejen logické, ale i nutné. Vždyť už pravidla hry dávají podmínku jeho účasti při „převážení“. Nač tedy dávat hráči možnost této volby? Prodlužuje se tím nejen program o kombinaci další proměnné (ve skutečnosti o žádnou proměnnou zde nejde), ale snižuje se i kvalita vlastní hry a smysl jejího poslání. Dalším účelem programu je zachovat postup hráče takový, aby se co nejvíce ve svém imaginárním počínání blížil realitě.

V uvedeném případě jsou „jízdy“ voleny tak, že „jízda“ od starého (stávajícího) břehu k novému, je „plusová“ (+ se netiskne), v opačném směru – zpáteční jízda je „minusová“. Znaménko (–) se tiskne před zvolený kód převáženího objektu. Podle priority je tento zvolen takto: vlk = 3, koza = 2, zeli = 1. Zpáteční jízda se samotným „sedlákem“ pro hráče odpadá. Správně provedenou jízdu signalizuje displej kalkulatoru „0“, nesprávnou blikajícím signálem „SOS“ (505), což pro hráče značí, že „je někde něco požíráno“. Hráč musí začít nový pokus od počátku. Úspěšně zakončenou hru signalizuje displej „SS“ (55) – skončeno, skončeno. Samozřejmě, že zde použité signalizace je možno jakkoli zaměňovat s použitím jiných znaků s podobnými významy, např. místo SOS, „OSLE“ – tedy 3750 apod.

Po signálu „SOS“, stačí stisknout klávesu CE nebo CLR a hru lze začít znovu.

Plně souhlasíme a podporujeme myšlenky vyjádřené autorem článku ing. Z. Jojkou, ve smyslu publicity a „odhalování tajemství“ programování. V tomtéž smyslu patří naše pochvala nejen autorům zajímavého seriálu „Základy programování číslicových počítačů“ ing. V. Mužíkovi a ing. K. Müllerovi, CSc., ale též i všem pracovníkům vašeho časopisu.

Tab. 1.

adr.	kód	klávesa	22	34	RCL
00	32	$x \geq t$	23	00	0
01	02	2	24	37	$x = t$
02	17	INV	25	03	3
03	37	$x = t$	26	09	9
04	03	3	27	15	CLR
05	09	9	28	41	R/S
06	15	CLR	29	02	2
07	41	R/S	30	93	+/-
08	33	STO	31	37	$x = t$
09	00	0	32	03	3
10	15	CLR	33	09	9
11	41	R/S	34	05	5
12	32	$x \leq t$	35	05	5
13	02	2	36	94	=
14	93	+/-	37	41	R/S
15	17	INV	38	42	RST
16	37	$x = t$	39	05	5
17	03	3	40	00	0
18	09	9	41	05	5
19	15	CLR	42	84	+
20	41	R/S	43	84	+
21	32	$x \geq t$	44	42	RST

J. Dolák, K. Křížek

## „Hádání čísel“

Na 21. Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně měli jeho návštěvníci možnost zahrát si v pavilónu C několik zajímavých her s počítači. Jednu z těchto her jsem upravil pro programovatelný kalkulátor TI-58. Je to hra „Hádání čísla“.

Celý program využívá velmi výhodného nepřímého adresování. Program by jinak zaplnil 2/3 plného rozsahu kalkulátoru TI-59. Využitím nepřímého adresování a programových smyček lze celou hru vměstnat asi do 320 kroků. Majitelé TI-59 mohou doplnit program o další instrukce (např. kontrola poctivosti hráče, tisk atd.).

Program využívá k vytvoření neznámého čísla generátoru náhodných čísel, který je jedním z programů (č. 15) modulu ML.

Hru zahájíme vložením zdrojového čísla, kterým je libovolné celé číslo větší než nula. Po stisknutí tlačítka A kalkulátor vytvoří tajné číslo a podrobí je testům, zda se některá číslice neopakuje; jestliže ano, vytvoří nové tajné číslo. Hráč potom vkládá svoje odhady, ve kterých se taktéž nesmí opakovat dvě číslice. Po stisknutí tlačítka B kalkulátor sdělí, kolik číslic je na správném místě (číslo před desetinnou čárkou) a kolik číslic je v neznámém čísle obsaženo, ale na jiném místě (číslo za desetinnou čárkou). Při uhodnutí tajného čísla se toto číslo zobrazí na displeji. Po stisknutí C kalkulátor sdělí počet pokusů.

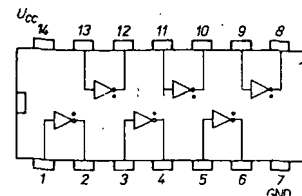
Například: tajné číslo je 4589  
hráč zadá 1590  
kalkulátor sdělí 1.1

Před programováním nesmíme zapomenout zvolit předěl paměti 320.20 (postup: 2 2nd Op 17).

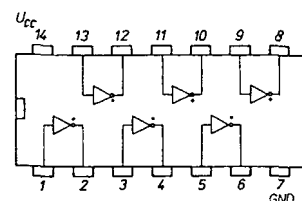
000 76	Lbl	050 42	STO
001 11	A	051 02	02
002 22	INV	052 03	3
003 86	St flg	053 42	STO
004 04	4	054 00	00
005 22	INV	055 76	Lbl
006 86	St flg	056 28	log
007 05	5	057 29	CP
008 22	INV	058 73	RCL Ind
009 86	St flg	059 09	09
010 06	6	060 32	$x \geq t$
011 36	Pgm	061 73	RCL Ind
012 15	15	062 02	02
013 15	E	063 22	$x \neq t$ (INV $x = t$ )
014 00	0	064 67	
015 36	Pgm	065 52	EE
016 15	15	066 69	Op
017 11	A	067 23	23
018 01	1	068 76	Lbl
019 52	EE	069 52	EE
020 04	4	070 69	Op
021 36	Pgm	071 22	22
022 15	15	072 97	Dsz
023 12	B	073 00	0
024 36	Pgm	074 28	log
025 15	15	075 87	If flg
026 13	C	076 06	6
027 47	CMs	077 50	x
028 59	Int	078 06	6
029 22	INV	079 42	STO
030 52	EE	080 02	02
031 42	STO	081 02	2
032 01	01	082 42	STO
033 42	STO	083 00	00
034 15	15	084 69	Op
035 04	4	085 29	29
036 42	STO	086 86	St flg
037 00	00	087 06	6
038 42	STO	088 61	GTO
039 02	02	089 28	log
040 61	GTO	090 76	Lbl
041 89	$\pi$	091 50	x
042 76	Lbl	092 29	CP
043 42	STO	093 43	RCL
044 86	St flg	094 06	06
045 05	5	095 32	$x \geq t$
046 04	4	096 43	RCL
047 42	STO	097 07	07
048 09	09	098 22	$x \neq t$ (INV $x = t$ )
049 05	5	099 67	

100 44	SUM	204 22	$x \neq t$ (INV $x = t$ )
101 69	Op	205 67	
102 23	23	206 33	$x^2$
103 76	Lbl	207 69	Op
104 44	SUM	208 23	23
105 29	CP	209 76	Lbl
106 43	RCL	210 33	$x^2$
107 03	03	211 69	Op
108 67	$x = t$	212 22	22
109 79	$\bar{x}$	213 97	Dsz
110 43	RCL	214 00	0
111 15	15	215 88	D.MS
112 61	GTO	216 01	1
113 11	A	217 44	SUM
114 76	Lbl	218 16	16
115 79	$\bar{x}$	219 04	4
116 25	CLR	220 42	STO
117 92	INV SBR	221 00	00
118 76	Lbl	222 08	8
119 12	B	223 42	STO
120 42	STO	224 02	02
121 01	01	225 29	CP
122 04	4	226 43	RCL
123 42	STO	227 16	16
124 00	00	228 32	$x \geq t$
125 42	STO	229 08	8
126 02	02	230 67	$x = t$
127 22	INV	231 43	RCL
128 86	St flg	232 61	GTO
129 00	0	233 88	D.MS
130 22	INV	234 76	Lbl
131 86	St flg	235 43	RCL
132 01	1	236 04	4
133 22	INV	237 42	STO
134 86	St flg	238 00	00
135 02	2	239 25	CLR
136 22	INV	240 42	STO
137 86	St flg	241 01	01
138 03	3	242 04	4
139 76	Lbl	243 42	STO
140 89	$\pi$	244 12	12
141 43	RCL	245 08	8
142 01	01	246 42	STO
143 59	Int	247 13	13
144 55	+	248 76	Lbl
145 01	1	249 22	INV
146 00	0	250 29	CP
147 95	=	251 73	RCL Ind
148 42	STO	252 12	12
149 01	01	253 32	$x \geq t$
150 22	INV	254 73	RCL Ind
151 59	Int	255 13	13
152 65	$x$	256 22	$x \neq t$ (INV $x = t$ )
153 01	1	257 67	
154 00	0	258 30	tan
155 95	=	259 69	Op
156 72	STO Ind	260 21	21
157 02	02	261 76	Lbl
158 69	Op	262 30	tan
159 22	22	263 01	1
160 97	Dsz	264 44	SUM
161 00	0	265 12	12
162 89	$\pi$	266 44	SUM
163 22	INV	267 13	13
164 87	If flg	268 97	Dsz
165 05	5	269 00	0
166 42	STO	270 22	INV
167 87	If flg	271 01	1
168 04	4	272 44	SUM
169 38	sin	273 14	14
170 87	If flg	274 43	RCL
171 00	0	275 01	01
172 38	sin	276 22	INV
173 43	RCL	277 44	SUM
174 15	15	278 03	03
175 42	STO	279 29	CP
176 01	01	280 43	RCL
177 86	St flg	281 01	01
178 00	0	282 32	$x < t$
179 04	4	283 04	4
180 42	STO	284 22	$x \neq t$
181 00	00	285 67	
182 61	GTO	286 69	Op
183 89	IT	287 43	RCL
184 76	Lbl	288 15	15
185 38	sin	289 92	INV SBR
186 04	4	290 76	Lbl
187 42	STO	291 69	Op
188 16	16	292 43	RCL
189 42	STO	293 01	01
190 00	00	294 85	+
191 08	8	295 53	(
192 42	STO	296 43	RCL
193 02	02	297 03	03
194 86	St flg	298 55	÷
195 04	4	299 01	1
196 76	Lbl	300 00	0
197 88	D.MS	301 54	)
198 29	CP	302 95	=
199 73	RCL Ind	303 42	STO
200 16	16	304 17	17
201 32	$x \geq t$	305 25	CLR
202 73	RCL Ind	306 42	STO
203 02	02	307 01	01

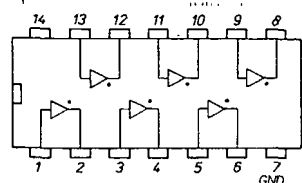
Funkce	Texas Instr.	MLR	NDR	PLR	RSR	SSSR	TESLA
šest invertorů	SN5404N SN54H04N SN54L04N SN54S04N SN6404N SN7404N SN74H04N SN74LS04N	7404PC	D204D	UCA6404N UCY7404N	CDB404E	K130LN1 K136LN1 K530LN1 K155LN1 K555LN1	MH5404 MH54S04 MH7404
šest invertorů	SN74S04N SN8404N SN84H04N SN84S04		E204D			K531LN1	MH74S04 MH8404 MH84S04
šest invertorů	SN5405 SN54S05 SN7405N SN74LS05N SN74S05N SN8405N	7405PC			CDB405E	K530LN2 K155LN2 K555LN2 K531LN2	MH5405 MH7405 MH8405
šest invert. OK (30 V)	SN6406N SN7406N	7406PC		UCA6406N UCY7406N	CDB406E	K155LN3	
6x budič OK (30 V)	SN6407N SN7407N	7407PC		UCA6407N UCY7407N	CDB407E	K155LN4	
4x vst. AND	SN7408N SN74LS08N	7408PC		UCY7408N	CDB408E	K155LI1 K555LI1	
4x 2vst. AND OK	SN7409N	7409PC		UCY7409N	CDB409E		
3x 3vst. NAND	SN5410N SN54H10N SN54L10N SN54S10N SN6410N SN7410N SN74H10N SN74L10N SN74LS10N SN74S10N SN8410N SN84S10N	7410PC	D110D D210D	UCA6410N UCY7410N UCY74H10N	CDB410E CDB410HE	K133LA4 K131LA4 K136LA4 K530LA4 K155LA4 K131LA4 K158LA4 K555LA4 K531LA4	MH5410 MH7410 MH74S10 MH8410 MH84S10
3x 3vst. AND	SN7411N SN74H11N SN74S11N SN74LS11N	7411PC			CDB411HE	K531LI3 K555LI3	
3x 3vst. NAND OK	SN7412N	7412PC				K155LA10	
2x 4vst. NAND (Schmitt. klopný obvod)	SN7413N	7413PC			CDB413E	K155TL1	
šest inv., Schmitt. KO	SN7414N SN74LS14N	7414PC				K155TL2 K555TL2	
šest invert. budičů OK (15 V)	SN6416N SN7416N	7416PC		UCA6416N UCY7416N	CDB416E	K155LN5	
6x výkon. budič OK (15 V)	SN6417N SN7417N	7417PC		UCA6417N UCY7417N	CDB417E		
2x 4vst. NAND	SN5420N SN54H20N SN54L20N SN54S20N SN6420N SN7420N SN74H20N SN74L20N SN74LS20N SN74S20N SN8420N SN84S20N	7420PC	D120D D220D	UCA6420N UCY7420N	CDB420E	K133LA1 K130LA1 K136LA1 K530LA1 K155LA1 K131LA1 K158LA1 K555LA1 K531LA1	MH5420 MH54S20 MH7420 MH74S20 MH8420 MH84S20
2x 4vstup. AND	SN7421N SN74LS21N	7421PC				K555LI6	
2x 4vstup. NAND OK	SN5422N SN7422N SN74S22N					K555LA7 K155LA7 K531LA7	
2x 4vst. NOR-rozš. 2x 4vst. NOR se strob.	SN7423N SN7425N	7423PC 7425PC				K155LE2 K155LE3	
2x 4vst. NAND OK (15 V)	SN7426N SN8426N	7426PC	D126D E126D			K155LA11	
3x 3vst. NOR 4x 2vst. výkonové NOR	SN7427N SN7428N	7427PC				K155LE4 K155LE5	
1x 8vst. NAND	SN5430N SN54H30N SN54L30N SN54S30N SN6430N SN7430N SN74H30N SN74LS30N	7430PC	D130D D230D	UCA6430N UCY7430N	CDB430E CDB430HE	K133LA2 K130LA2 K136LA2 K530LA2 K155LA2 K131LA2 K158LA2	MH5430 MH7430



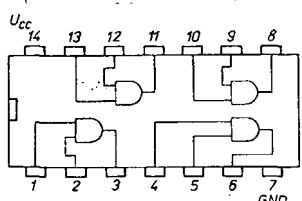
7405



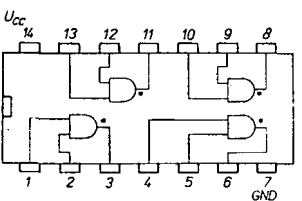
7406, 7416



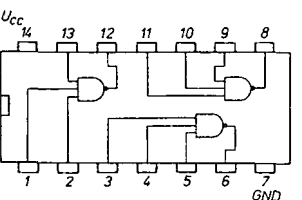
7407, 7417



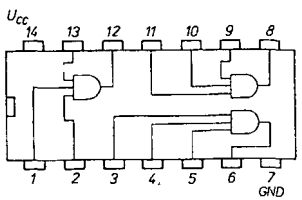
7408



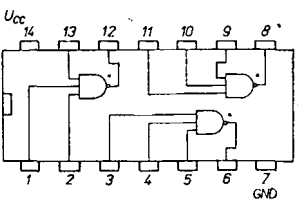
7409



7410

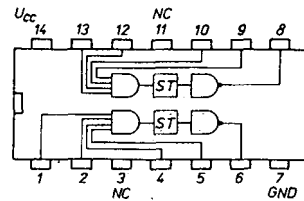


7411

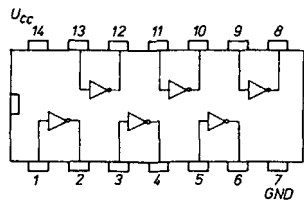


7412

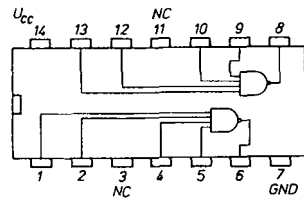
Funkce	Texas Instr.	MLR	NDR	PLR	RSR	SSSR	TESLA
	SN74LS30N SN74S30N SN8430N		E130D			K555LA2 K531LA2	MH8430
4x 2vst. OR	SN7432N SN74LS32N	7432PC				K155LL1 K555LL1	
4x 2vst. výkon. NAND	SN5437N SN6437N SN7437N SN74S37 SN8437N SN8438N SN54S37N	7437PC		UCA6437N UCY7437N		K155LA12 K531LA12	MH5437 MH7437 MH74S37 MH8437 MH84S37 MH54S37
4x 2vst. výk. NAND OK	SN5438N SN54S38N SN6438N SN7438N SN74S38N SN84S37N SN84S38N	7438PC		UCA6438N UCY7438N		K155LA13	MH5438 MH54S38 MH7438 MH74S38 MH8438 MH84S38
4x 2vst. výk. NAND OK	SN7439N	7439PC					
	SN5440N SN54H40N SN6440N SN64H40N SN7440N SN74H40N SN74S40N SN8440N SN84S40N SN54S40N	7440PC	D140D D240D E140D	UCA6440N UCA64H40N UCY7440N UCY74H40N	CDB440E CDB440HE	K133LA6 K130LA6 K155LA6 K131LA6	MH5440 MH7440 MH74S40 MH8440 MH84S40 MH54S40
binární dekod. 1 z 10	SN7441N	7441PC					
binární dekod. 1 z 10	SN5442N SN6442N SN7442N SN8442N	7442PC		UCA6442N UCY7442N	CDB442E		MH5442 MH7442 MH8442
dekodér Excess - 3 na 10	SN7443N	7443PC					
dekod. Excess - 3-Gray na 10	SN7444N	7444PC					
dekod. BCD na 1 z 10 OK	SN7445N	7445PC					
dekod. BCD-7segm. OK (30 V)	SN7446N	7446PC	D146C/D				
dekod. BCD-7segm. OK (15 V)	SN6447N SN7447N SN8447N	7447PC	D147C/D E147C/D	UCA6447N UCY7447N			
dekod. VCD-7segm. dekod. BCD-7segm. OK	SN7448N SN7449N	7448PC 7449PC					
2 hradla AND-OR-INVERT	SN5450N SN54H50N SN6450N SN64H50 SN7450N SN74H50N SN8450N	7450PC	D150D E150D	UCA6450N UCA64H50N UCY7450N UCY74H50N	CDB450E	K133LR1 K130LR1 K155LR1 K131LR1	MH5450 MH7450 MH8450
2x AND-OR-INVERT hrad.	SN5451N SN54L51N SN54S51N SN6451N SN7451N SN74H51N SN74L51N SN74LS51N SN74S51N SN8451N SN84S51N	7451PC	D151D D251D	UCA6451N UCY7451N	CDB451E CDB451HE	K136LR1 K530LR11 K158LR1 K555LR11 K531LR11	MH5451 MH54S51 MH7451 MH74S51 MH8451 MH84S51
rozšiřitelné hradlo AND-OR-INVERT	SN5453N SN54H53N SN6453N SN64H53N SN7453N SN74H53N SN74S53N SN8453N	7453PC	D153D E153D	UCA6453N UCA64H53N UCY7453N UCY74H53N	CDB453E	K133LR3 K130LR3 K155LR3 K131LR3 K531LR3	MH5453 MH7453 MH8453



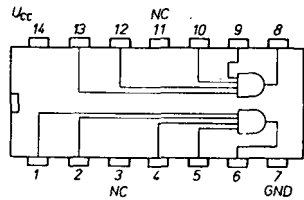
7413



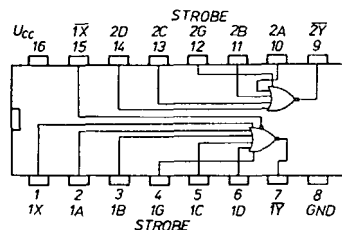
7414



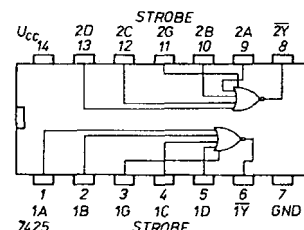
7420



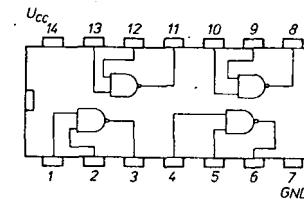
7421



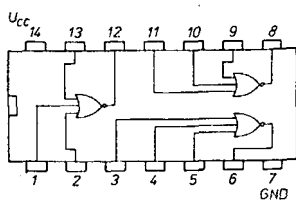
7423



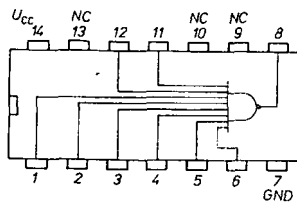
7425



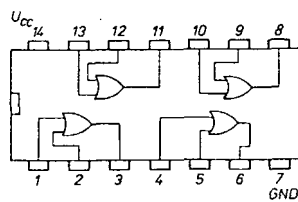
7426



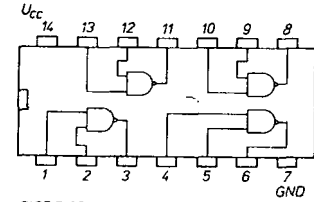
7427



7430

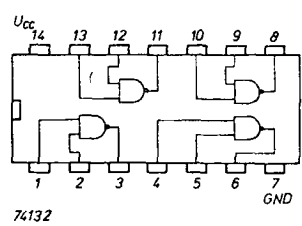
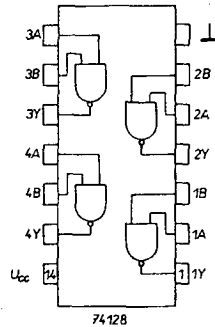
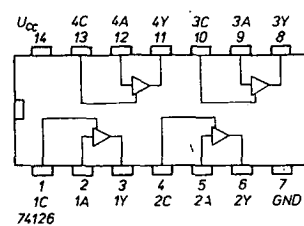
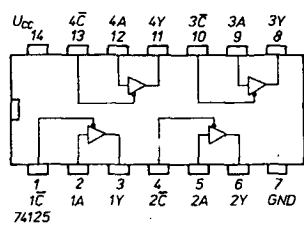
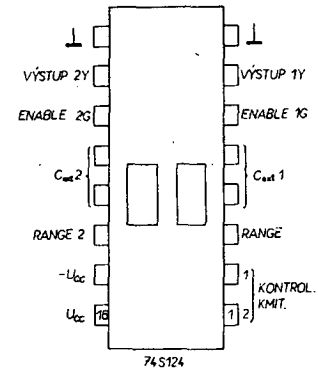
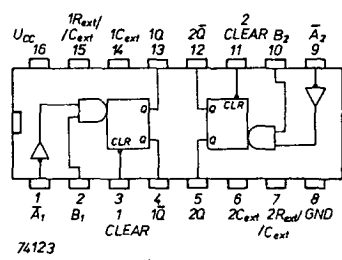
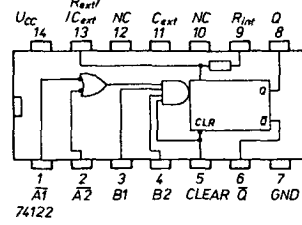
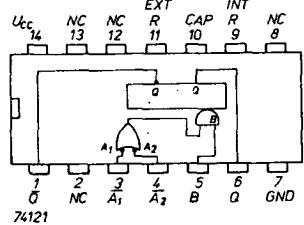
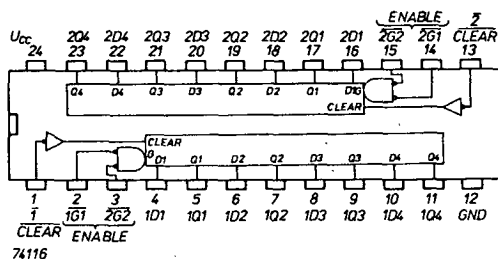
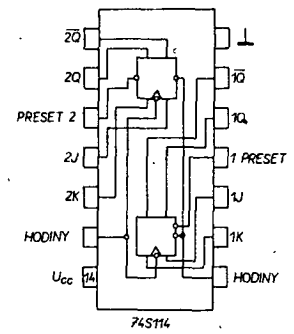
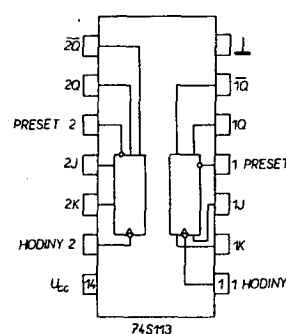
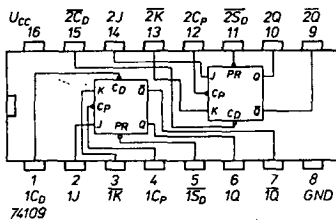
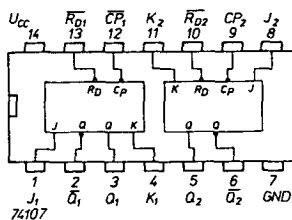
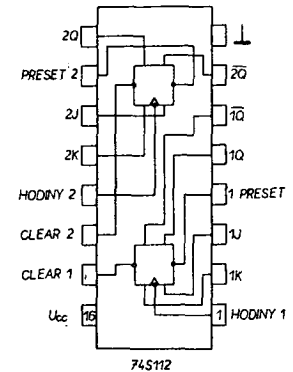
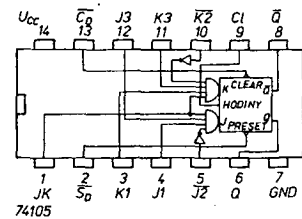
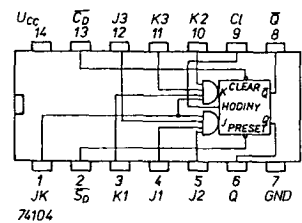


7432

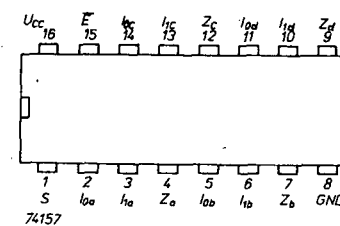
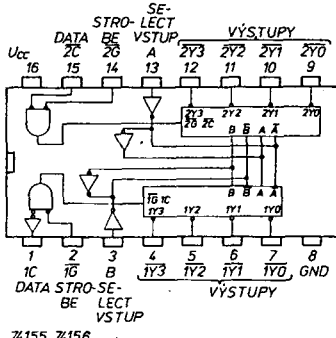
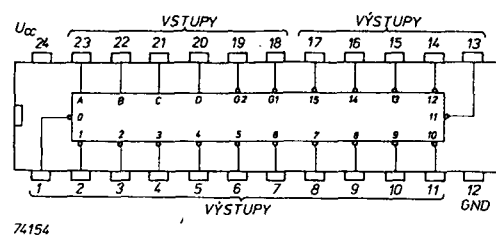
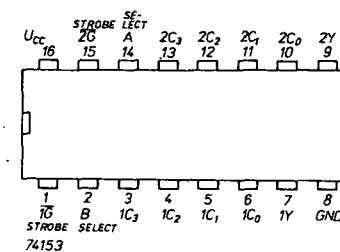
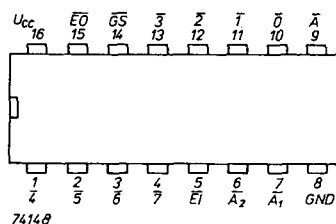
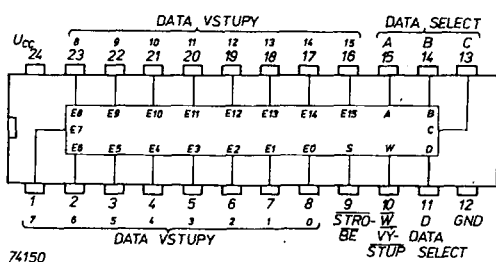
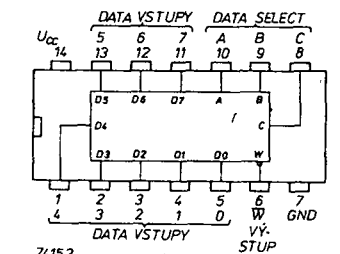
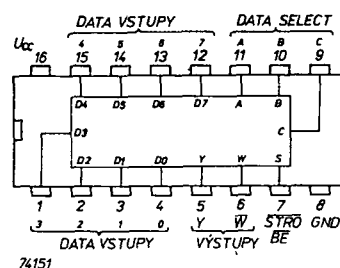
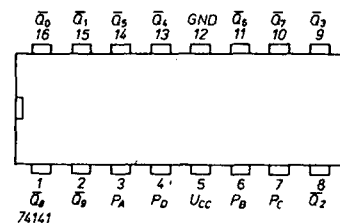
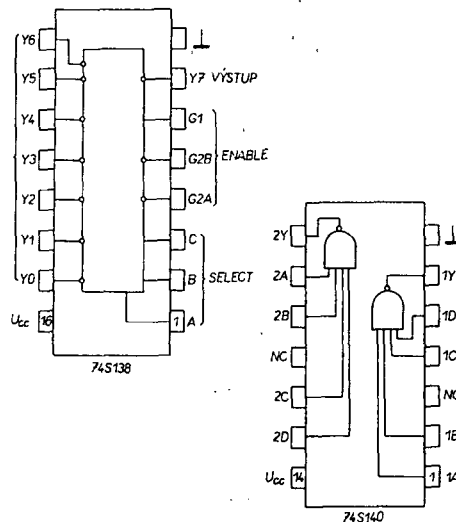


7437, 7438

Funkce	Texas Instr.	MLR	NOR	PLR	RSR	SSSR	TESLA
J-K Master-Slave s 3 vstupy	SN74104N	74104PC					
J-K Master-Slave s 3 vstupy	SN74105N	74105PC					
2x J-K klopný obvod s clear	SN64107N SN74107N SN74LS107N	74107PC		UCA64107N UCY74107N		K555TV6	
2x J-K klopný obvod s preset a clear	SN74109N	74109PC					
2x J-K klopný obvod s preset a clear	SN54S112N SN74S112N SN74LS112N SN84S112N					K530TV9 K531TV9 K555TV9	MH74S112 MH84S112
2x J-K klopný obvod s preset	SN54S113N SN74S113N					K530TV10 K531TV10	
2x J-K klopný obvod s preset a společ. clear a hodinami	SN54S114N SN74S114N					K530TV11 K531TV11	
2x 4bit. střadač	SN74116N	74116PC					
monostabil. multivib.	SN64121N SN74121N SN74122N	74121PC 74122PC		UCA64121N UCY74121N	CDB121E	K155AG1	
2x monostab. multiv.	SN64123N SN74123N	74123PC		UCA64123N UCY74123N		K155AG3	
2x VCO	SN74S124N					K531GG1	
4x výkon. budič BUS	SN74125N SN74126N	74125PC 74126PC				K155LP8	
4x 2vst. výkon. NOR	SN74128N					K155LE6	
4x 2vst. NAND Schmitt klopný obvod	SN74132N SN64132N	74132PC		UCY74132N UCA64132N		K155TL3	
3bit. binár. dekodér demultiplexer	SN74LS138N SN74S138N					K555ID7 K531ID7	

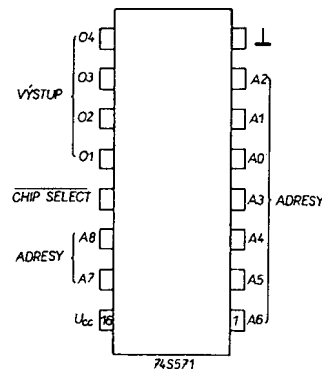
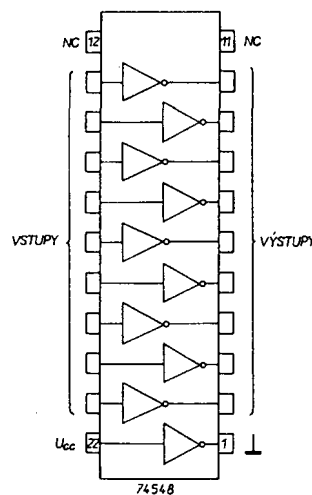
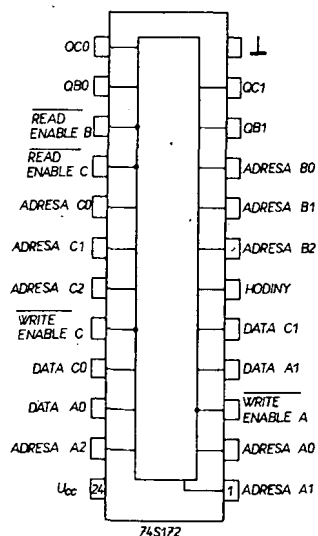
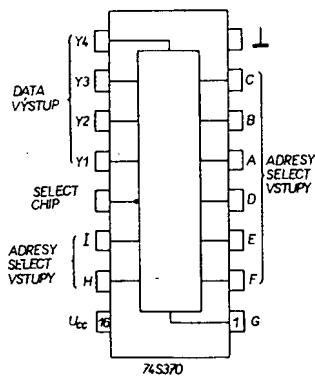
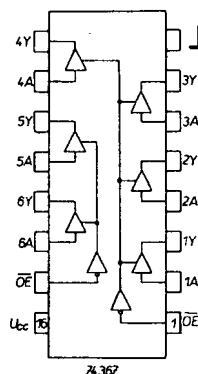
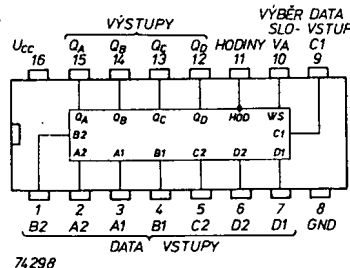
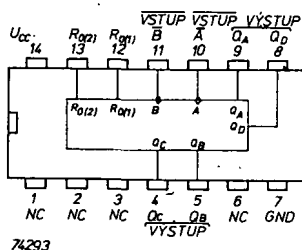
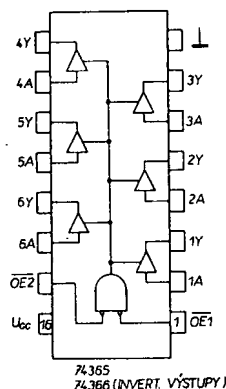
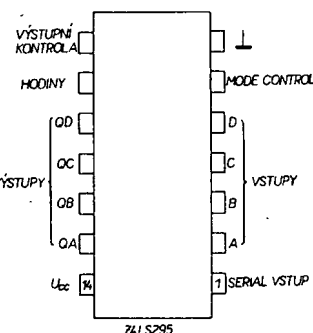
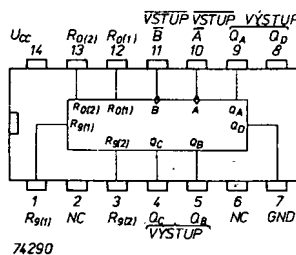
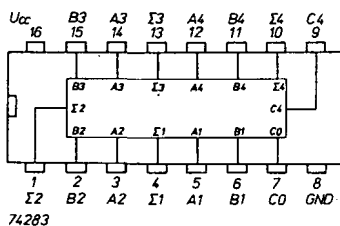
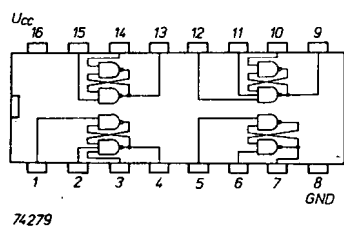
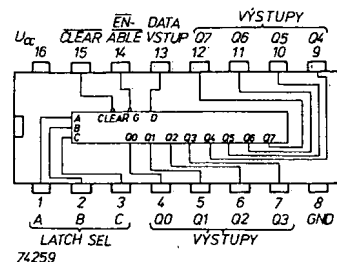
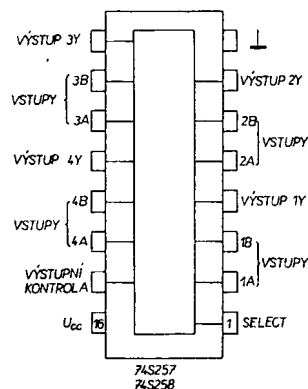


Funkce	Texas Instr.	MLR	NDR	PLR	RSR	SSSR	TESLA
2x 2bit. binár. dekod. 2x 4vst. budič NAND	SN74S139N SN74S140N					K531ID14 K531LA16	
BCD dekad. dekod. BCD dekad. dekod. OK (15V)	SN74141N SN74145N SN64145N	74141PC 74145PC		UCY74145N UCA64145N		K155ID1	
8vst. dekodér priority	SN74148N	74148PC				K155IV1	
16bit. selektor dat	SN64150N SN74150N SN54150N SN84150N	74150PC		UCA64150N UCY74150N		K155KP1	MH74150 MH54150 MH84150
8bit. selektor dat	SN54151N SN64151N SN74151N SN74S151N SN84151N	74151PC		UCA64151N UCY74151N		K155KP7 K531KP7	MH54151 MH74151 MH84151
8bit. selektor dat	SN74152N	74152PC				K155KP5	
2x 4bit. selekt. dat	SN54S153N SN64153N SN74153N SN74S153N	74153PC		UCA64153N UCY74153N		K530KP2 K155KP2 K531KP2	
dekodér (demultiplex.)	SN54154N SN64154N SN74154N	74154PC		UCA64154N UCY74154N		K155ID3	MH54154 MH74154
2x 2bit. dekodér (demultiplexer)	SN64155N SN74155N SN74LS155N	74155PC		UCA64155N UCY74155N		K155ID4 K555ID4	
2x 2bit. dekodér (demultiplexer OK)	SN74156N	74156PC					
4x 2vst. multiplexer	SN64157N SN74157N	74157PC		UCA64157N UCY74157N			
synchr. program. dekad. čítač	SN74160N	74160PC				K155IE9	
synchr. program. dělič 1 : 16	SN74161N	74161PC					
synchr. program. dekad. dělič	SN74162N	74162PC					
synchr. program. dělič 1 : 16	SN74163N	74163PC					
synchr. 8bit. posuvný registr	SN54164N SN64164N SN74164N SN84164N	74164PC		UCA64164N UCY74164N			MH54164 MH74164 MH84164
8bit. synchr. posuv. registr.	SN64165N SN74165N	74165PC		UCA64165N UCY74165N			
8bit. synchr. posuv. registr.	SN74166	74166PC					
synchr. program. dekad. dělič	SN74167N	74167PC					
synchr. program. dekad. dělič vpřed/vzad	SN74S168N					K531IE16	



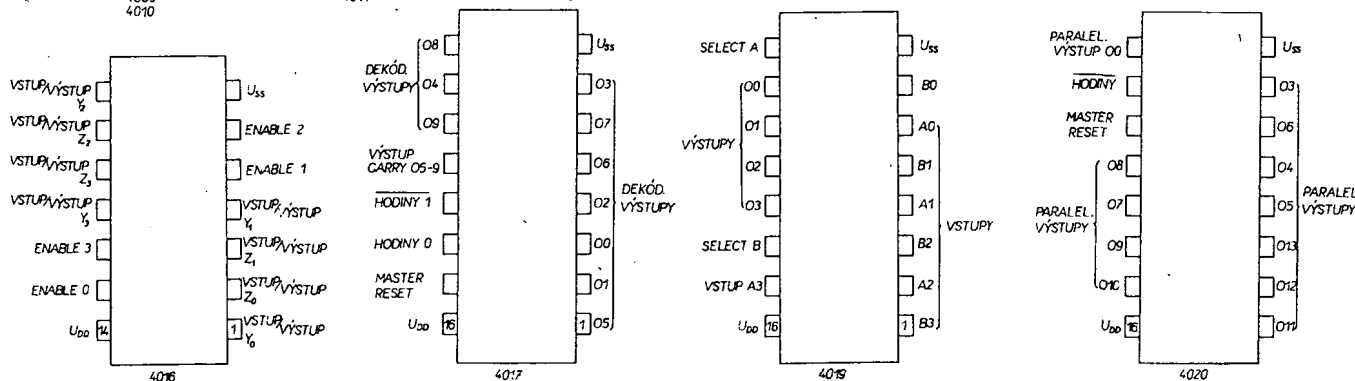
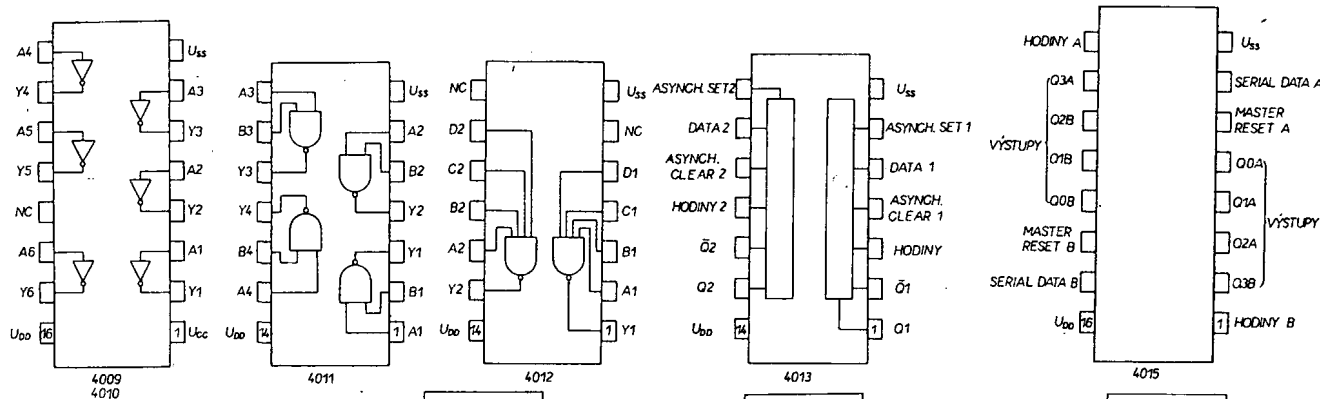
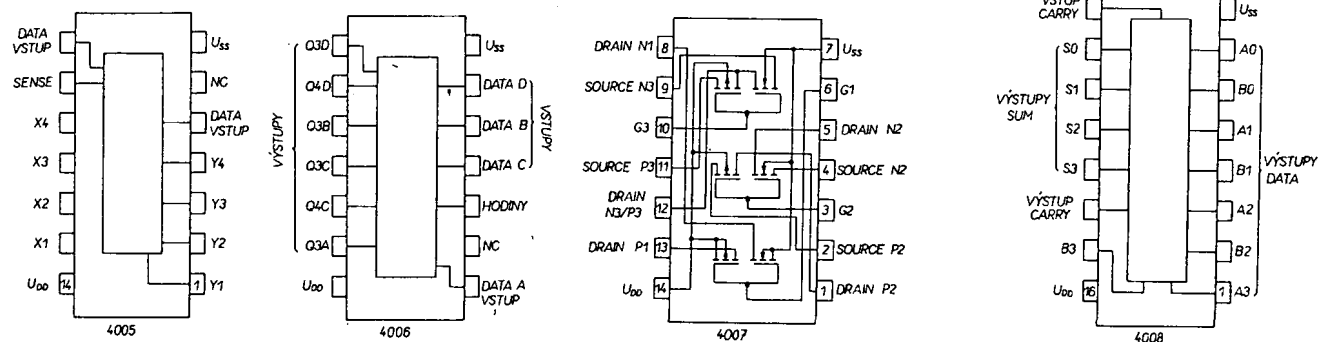
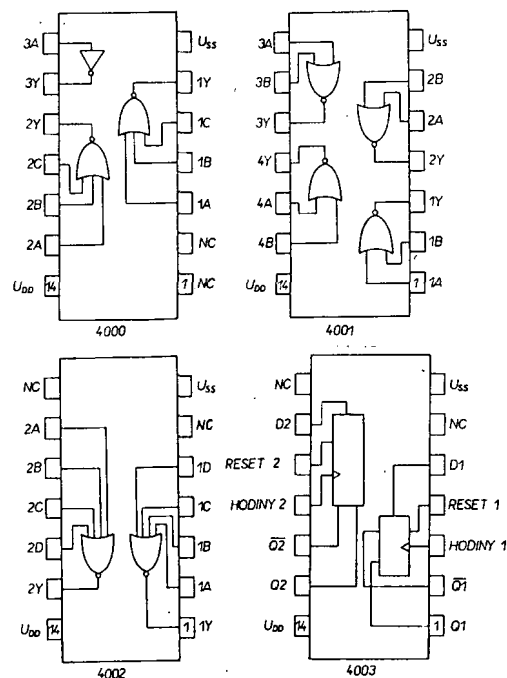


Funkce	Texas Instr.	MLR	NDR	PLR	RSR	SSSR	TESLA
8bit. R-S střadač	SN74259N	74259PC					
4bit. R-S střadač	SN74279N	74279PC				K555TR2	
	SN74LS279N					K555IP5	
9bit. generátor parity	SN74LS280N						
4bit. sčítacka s přenosem	SN74283N	74283PC					
EPROM 256 x 4bit	SN74S287N	TM621					MH74S287
asynchron. dekad. čítač	SN74290N	74290PC					
asynchron. binár. čítač	SN74293N	74293PC					
4bit. posuv. registr	SN74LS295N					K555IR16	
4 x 2vst. multiplexer	SN74298N	74298PC					
	SN74LS298N					K555KP13	
RAM 256 x 1 bit	SN74S301N	TM107					
6 budičů BUS	SN74365N					K155LP10	
6 invert. budičů BUS	SN74366N					K155LN6	
6 budičů BUS se 2 vstupy enable	SN74367N					K155LL11	
ROM 512 x 4 bity maskou programovatelná	SN74S370						MH74S370
PROM 256 x 4 bity	SN74S387N	TM601					
8bit. střadač D	SN74S412					K531IR12	
PROM 256 x 8 bitů	SN74S471	TM622					
PROM 512 x 8 bitů	SN74S472	TM624					
budič displeje	SN74548N			UCY74548N			
	SN64548N			UCA64548N			
PROM 512 x 4 bity	SN74S571						MH74S571



# INTEGROVANÉ OBVODY CMOS

Funkce	RCA	Motorola	SSSR	ČSSR	NDR
2x 3vstupové NOR, invertor 4x 2vstupové NOR	CD4000E	MC14000	K176LP4 K176LE5	MHB4001	U4001D
	CD4001E	MC14001	K561LE5		
	CD4002E	MC14002	K176LE6 K561LE6		
	CD4002A	MC14002	K561LE6		
2x klopný obvod D s nulováním	CD4003E		K176TM1		
matice, RAM, 16 bitů	CD4005E		K176RM1		
18bit. stat. posuvný registr	CD4006E	MC14006	K176IR10		
2x komplement. pár, invertor	CD4007E	MC14007	K176LP1		
4bitová úpiná sčítačka	CD4008E CD4008A	MC14008	K176IM1 K561IM1		
6x budič-převod. úrovně, s invert. 6x budič-převodník úrovně	CD4009E CD4010E	MC14009 MC14010	K176PU2 K176PU3		
4x 2vstupové NAND 2x 4vstupové NAND	CD4011E CD4011A CD4012E CD4012A	MC14011 MC14012	K176LA7 K561LA7 K176LA8 K561LA8	MHB4011	U4011D
2x klopný obvod D	CD4013E CD4013A	MC14013	K176TM2 K561TM2	MHB4013	
2x 4bitový posuvný registr	CD4015E CD4015A	MC14015	K176IR2 K561IR2		
4x bilaterální spínač	CD4016E	MC14016	K176KT1		
dekadický čítač-budič displeje 4x 2vstup. multiplexer 14stupňový binární čítač	CD4017E CD4019A CD4020A	MC14017 MC14020	K176IE8 K561LS2 K561IE16		
čítač-dělič osmi	CD4022A	MC14022	K561IE9		



dua dekodéry/demultiplexery  
4 x 4bit. registr  
4bitový komparátor magnitude

CD455A  
CD4580A  
CD4585A

MC14555  
MC14580  
MC14585

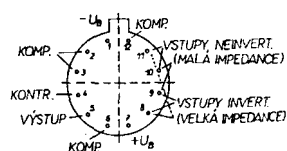
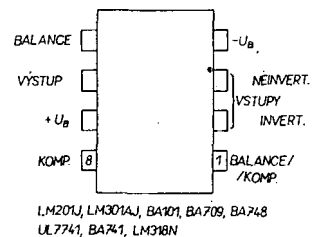
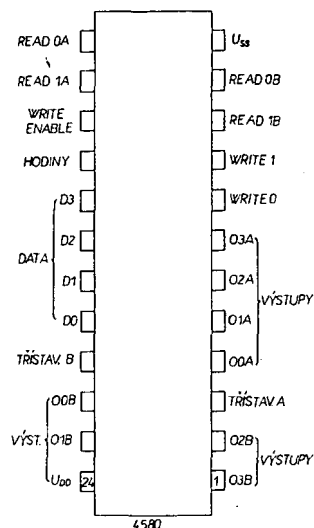
K5611R42  
K5611P2

MHB4555

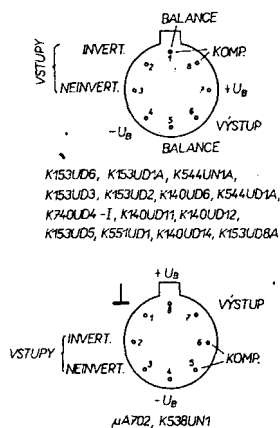
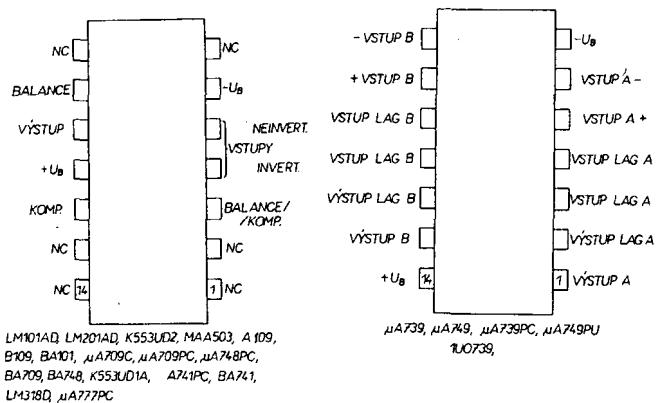
Obvody CMOS TESLA budou dány do výroby v průběhu sedmé a osmé pětiletky.

## OPERAČNÍ ZESILOVAČE

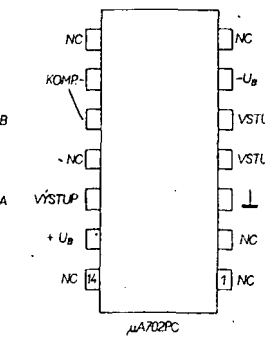
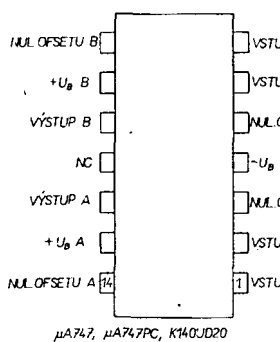
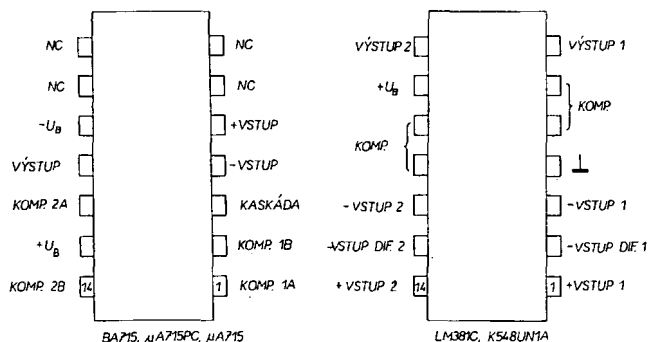
FUNKCE	Typ/výrobce	MLR	PLR	RSR	SSSR	TESLA	NDR	BLR
OZ s vnější kmitočtovou kompenzací	LM101/National Sem.			BA101	K553UD2 K153UD6			1U0101 1U0101A
	LM201/NATIONAL Sem.							1U0201
	LM201A/National Sem.							1U0201A
	LM301A/National Sem.							1U0301A
	μA709/Fairchild μA709B/Fairchild μA709C/Fairchild μA748/Fairchild μA748C/Fairchild μA101C/Fairchild	μA709PC μA748PC		BA709 BA748	K553UD1A K153UD3 K153UD1A	MAA501(502) MAA504 MAA503 MAA748 MAA748C	A, B109	1U0709C 1U0748
širokopásmový OZ	μA702/Fairchild CA3033/RCA CA3015/RCA	μA702PC			K140UD2A K140UD5A	K140UD1B		
	MC1456/Motorola MC1456CG/Motorola μA741/Fairchild μA741C/Fairchild	μA741PC	UL7741	BA741	K140UD6 K740UD4-I K140UD7	MAA741 MAA741C		1U0741 1U0741C
širokopásmový s vnější kompenzací	OZLM318H/Nat. Sem. LM741CH/Nat. Sem. LM747CN/Nat. Sem. μA7176/Fairchild	μA747PC			K140UD16 K140UD20 K140UD12			
	μA739C/Fairchild μA749C/Fairchild LM318C/Nat. Sem. LM381C/Nat. Sem.	μA739PC μA749PC			K538UN1 K548UN1A			1U0739
přístrojové OZ	μA725/Fairchild μA725B/Fairchild μA725C/Fairchild μA777/Fairchild	μA777PC			KR551UD1 K153UD5 K140UD14	MAA725 MAA725B MAA725C		
	μA740/Fairchild				K153UD8A K544UN1A K544UD1A			
„biFET“ OZ	SFC2740E/Sescosem LF156/Nat. Sem. LF356/Nat. Sem.					MAC156 MAB356		
rychlý OZ	μA715/Fairchild	μA715PC		BA715				
diferenciální OZ	LM3900/Nat. Sem.			BM3900				



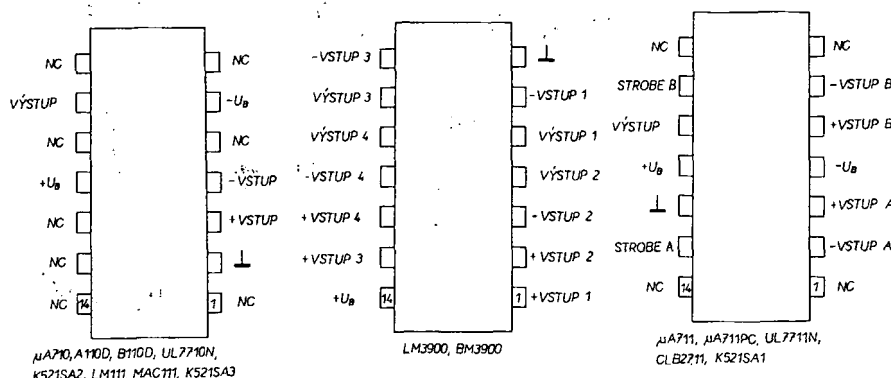
K140UD1A, K140UD2A,  
K140UD5A, K140UD1B



μA725, MAA725, LM108H, MAC156, MAB356,  
LM101H, LM101AH, LM201H, LM201AH,  
LM301AH, BA101, 1U0101A, 1U0101,  
1U0201, 1U0201A, 1U0301A, MAA501,  
MAA502, μA709, μA709C, μA101C, BA709,  
BA748, MAA748, MAA748C, 1U0709, 1U0748,  
μA741, BA741, MAA741, 1U0741, LM318H

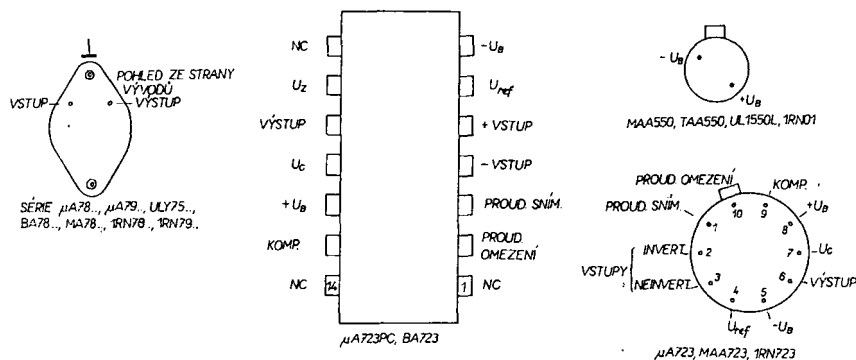


Funkce	Typ/výrobce	MLR	PLR	RSR	SSSR	TESLA	NDR	BLR
rychlý napěťový komparátor	μA710/Fairchild	μA710PC	ULY7710N		K521SA2		A, B110D	1CA710
dva rychlé komp. napěti	μA711/Fairchild	μA711PC	ULY7711N	CLB2711	K521SA3			
komp. s velkou citliv.	LM111/Nat. Sem.				K521SA3	MAC111		

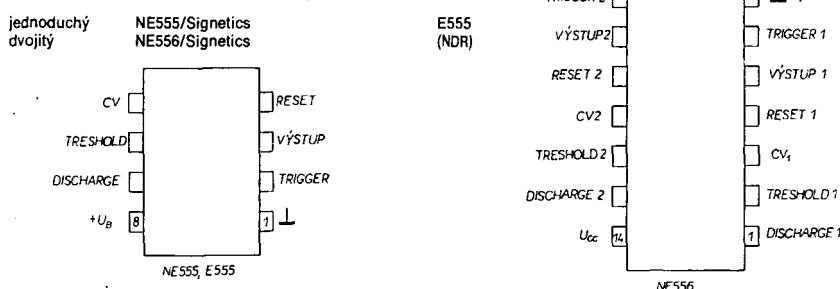


## STABILIZÁTORY NAPĚTÍ

Funkce	Typ/výrobce	MLR	PLR	RSR	SSSR	TESLA	NDR	BLR
regulovatelný pevný	μA723/Fairchild TAA550/Volvo LM305/Nat. Sem. μA7805/Fairchild μA7808/Fairchild μA7812/Fairchild μA7815/Fairchild μA7824/Fairchild μA7905/Fairchild μA7908/Fairchild μA7915/Fairchild	μA723PC TAA550	UL1550L	BA723 TAA550 BA305 ULY7505L BA7805 BA7808 ULY7512L BA7812 BA7815 BA7824	K142EN1A MAA550 MA7805 MA7812 MA7815 MA7824	MAA723 MAA550 MA7805 MA7812 MA7815 MA7824	1RN723 1RN01 1RN7805SR 1RN7808SR 1RN7812SR 1RN7815SR 1RN7905SR 1RN7908SR 1RN7915SR	



## ČASOVÉ SPÍNAČE



## OBSAH

Československá mikroelektronika po XVI. sjezdu KSČ . . . . . 1  
Mikroelektronika, výpočetní technika a radiokluby Svazarmu . . . . . 2

### Měření a měřicí technika

Jednoduchý zkoušeč IO . . . . . 3  
Rychlá logická sonda . . . . . 5  
Dvoucestupová logická sonda . . . . . 6  
Stejnoseměrný číslicový multimetr . . . . . 8  
Merač fv moduloch . . . . . 16  
16x logický stav na obrazovce osciloskopu . . . . . 30  
Návrh mikrovlnných filtrů s páskovými vedeními . . . . . 31  
Filtry se třemi OZ . . . . . 37

### Televizní hry

Televizní hry s IO AY-3-8500 (8550) . . . . . 39  
Střelecké hry k AY-3-8500 . . . . . 40  
Televizní hry s IO A-3-8610 . . . . . 41  
Tanková hra s AY-3-8710 . . . . . 43  
Svetelná pistola . . . . . 45  
Úpravy TV her . . . . . 46  
Přídavné zapojenia pre TV hry s AY-3-8500 . . . . . 47

### Elektronické hry a využití programovatelných kalkulátorů

Elektronická hra COMP . . . . . 48  
Hrací kostky . . . . . 52  
Program nejsou žádné čáry . . . . . 53  
Program pro řešení determinantu třetího stupně a soustavy rovnic na HP-25 . . . . . 55  
Výpočet logaritmických frekvenčních charakteristik na SR 56 . . . . . 58  
Logická hra na TI-57 . . . . . 59  
Hra na zápalky s TI-59 . . . . . 60  
Modul EE pro TI-58/59 . . . . . 61  
Převod dekadického čísla na binární . . . . . 62  
Faktoriál velkých čísel na SR-56 . . . . . 62  
Sedlák, vlk, koza a zelí . . . . . 62  
Hádání čísel . . . . . 63  
Kalkulátor jako hrací kostka . . . . . 64  
Hádání čísel opět jinak . . . . . 64

### Přehled integrovaných obvodů

Řada TTL . . . . . 65  
Řada CMOS . . . . . 75  
Operační zesilovače . . . . . 78  
Stabilizátory napětí a časové spínače . . . . . 79

## Příloha časopisu Amatérské radio

Vydává ÚV Svazarmu ve vydavatelství NAŠE VOJSKO, Vladislavova 26, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 51-7. Zastupující šéfredaktor Luboš Kalousek. Redakční rada: K. Bartoš, V. Brzák, RNDr. V. Brunnhofer, K. Donát, A. Glanc, I. Harminec, M. Háša, Z. Hradský, P. Horák, J. Hudec, ing. J. T. Hyan, ing. J. Jaroš, doc. ing. dr. M. Joachim, ing. J. Klabal, ing. F. Králík, RNDr. L. Kryška, ing. E. Mócik, V. Němec, K. Novák, RNDr. Ľ. Ondříš, ing. O. Petráček, ing. E. Smutný, doc. ing. J. Vackář, laureát st. ceny KG, ing. J. Zima.  
Redakce Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7. Cena výtisku 10 Kčs. Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil vydavatelství NAŠE VOJSKO, administrace Jungmannova 24, 113 66 Praha 1. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS, vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1.  
Tiskne NAŠE VOJSKO, n. p., závod 08, 162 00 Praha 6-Liboc, Vlastina 710.  
Za původnost a správnost příspěvku ručí autor. Dáno do tisku v květnu 1981. Číslo indexu 46 043.  
© Vydavatelství NAŠE VOJSKO, Praha



# ZÁSILKOVÁ SLUŽBA

náměstí Vítězného února 12  
688 19 UHERSKÝ BROD

Výsadou populárních herců a zpěváků je neodpovídat na tisíce dopisů svých obdivovatelů a obdivovatelek. Ani nemohou, protože by víc psali, než hráli a zpívali! Ale od Zásilkové služby oborového podniku TESLA ELTOS dostane rychlou odpověď ve formě zásilky každý, kdo si o něco napíše.

Zasílaný sortiment obsahuje na deset tisíc různých položek. Jedná se o základní radiotechnický materiál a součástky, o náhradní díly k výrobkům spotřební elektroniky TESLA a o další výrobky, jako jsou například televizní antény včetně materiálu pro anténní svody a další.



## DŮM OBCHODNÍCH SLUŽEB SVAZARMU

Pospíšilova 12/13  
757 01 Valašské Meziříčí  
tel. 2060, 2688 – zásilková služba

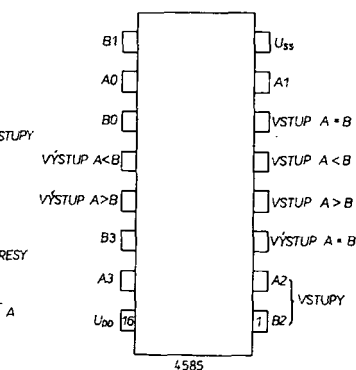
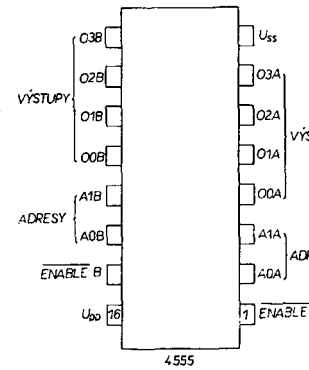
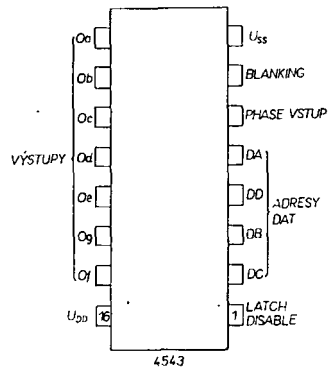
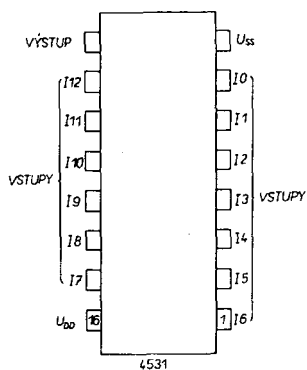
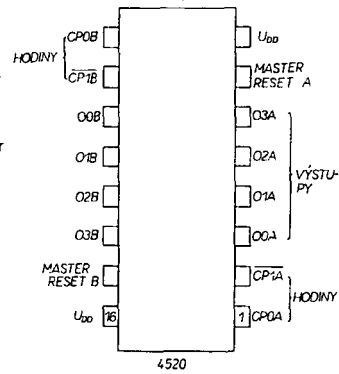
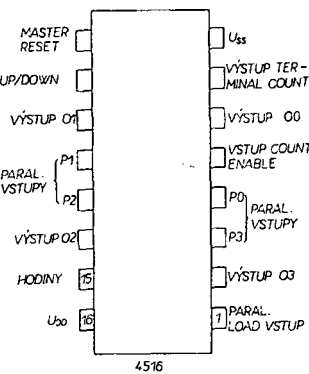
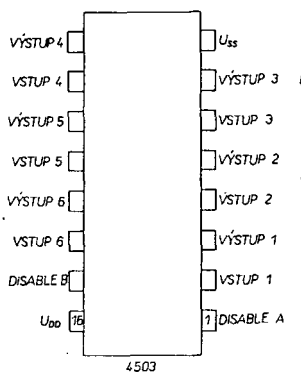
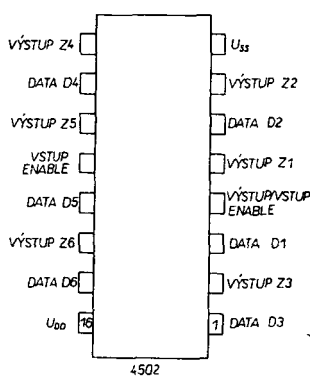
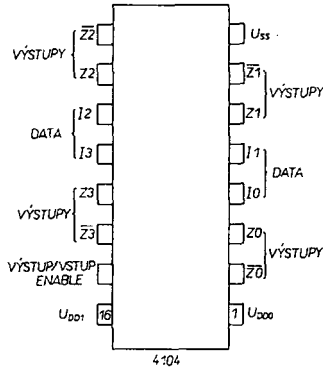
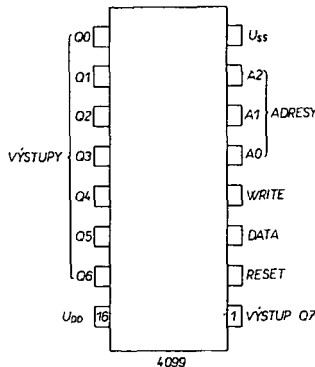
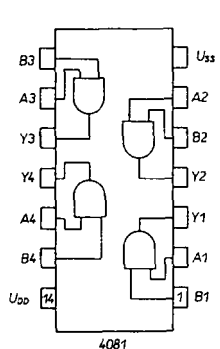
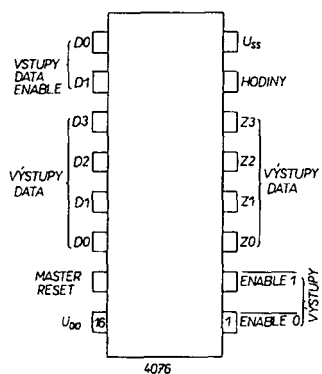
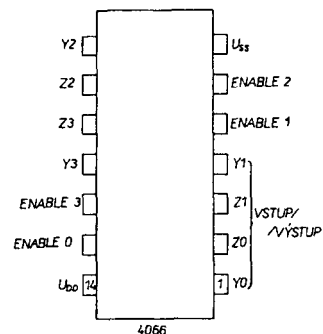
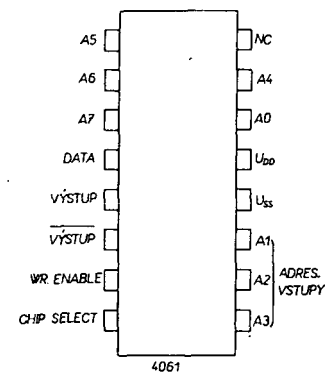
**ZAŠLE NA DOBÍRKU, ORGANIZACÍM NA FAKTURU:**

**Sada tranzistorů (TW 40),**  
obj. č. 3301001 715,-  
**Sada dílů pro TW 40 B** rozpěrka 2 ks, tažná pružina,  
obj. č. 3301007 13,50  
**Sada budících a výkonových křemíkových tranzistorů** pro TW 40  
a TW 120, včetně izolačních podložek, obj. č. 3301108 575,-  
**Sluchátka SN – 63 MONO**  
Technická data:  
Impedance: 200 Ω. Kmitočtový rozsah: do 20 000 Hz.  
Připojný kabel: 2,5 m. Zkreslení do 1 %.  
Dovoz PLR, obj. č. 3301312 asl 275,-  
**Sluchátka SN – 63 STEREO**  
Technická data:  
Impedance: 2 × 400 Ω. Kmitočtový rozsah: 20 až 20 000 Hz.  
Připojný kabel: 2,5 m. Zkreslení: do 1 %.  
Dovoz PLR, obj. č. 3301314 400,-

**Sada křemíkových tranzistorů a diod** pro stavbu zesilovače TW 40 B,  
obj. č. 3303045 780,-  
**Zdiřka** pájecí pro montáž na izolační panely slaboproudých přístrojů  
a zařízení, obj. č. 7702001 1,20  
**Spojka** banánková pro rychlé spojení obvodů zakončených banán-  
kem pro slaboproudé napětí, obj. č. 7702010 1,80  
**Zkušební hroty** k propojování obvodů při měření elektrických veličin,  
obj. č. 7702050 12,-  
**Cín** pájecí s eumedohechtolem k pájení spojů v elektronice,  
obj. č. 7702150 1,60  
**Konektor** osmikolíkovaný, kontakty jsou nožové postříbřené. Slouží  
k dokonalému propojení v radiotechnice. Balení po jednom páru  
s izolačními hadičkami,  
obj. č. 7704100 10,50  
**konektor** čtyřkolíkovaný,  
obj. č. 7704101 7,50

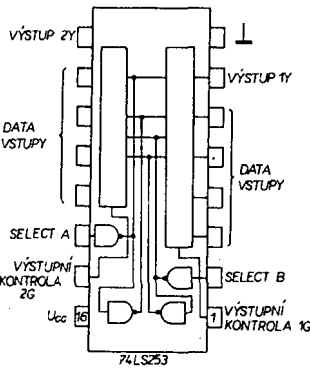
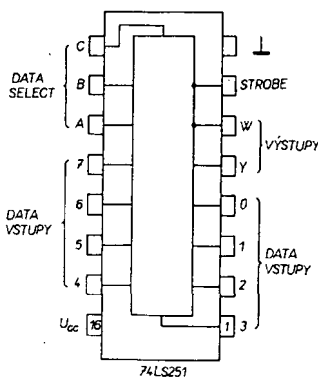
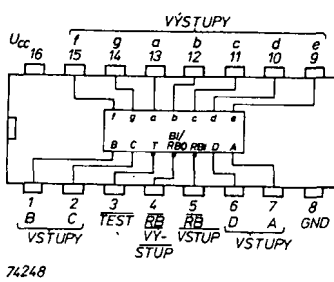
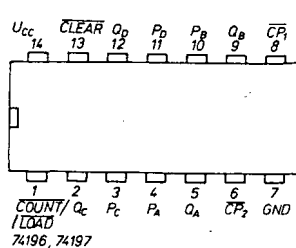
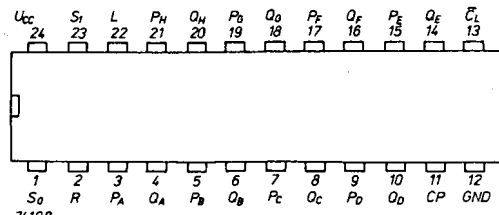
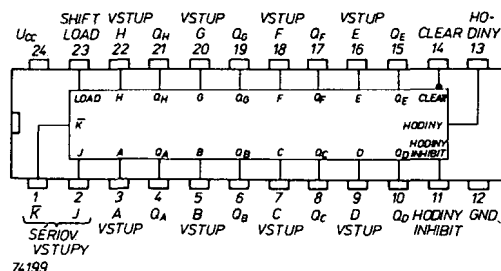
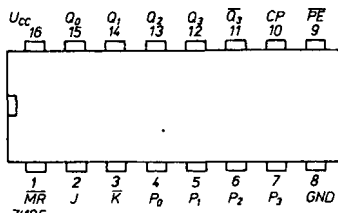
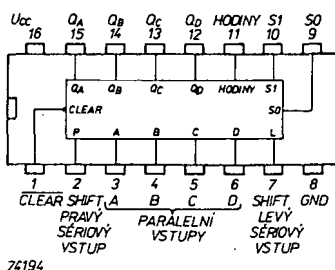
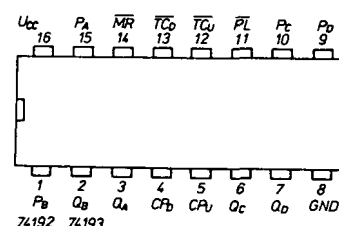
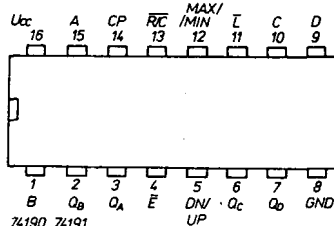
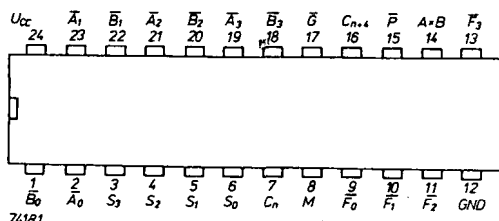
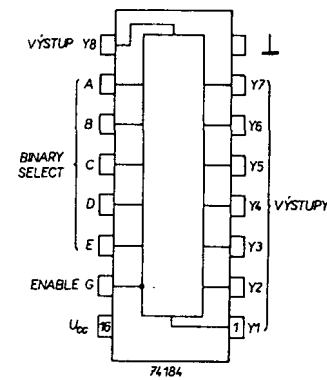
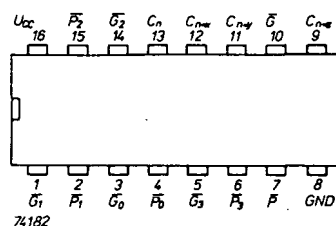
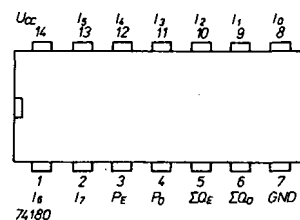
**NAVŠTIVTE NAŠI MALOOBCHODNÍ PRODEJNU VE VALAŠSKÉM MEZIRÍČÍ – POSPÍŠILOVA 12/13!**

Funkce	RCA	Motorola	SSSR	ČSSR	NDR
8bitový obousměrný posuv. reg. 4bitový univerzální posuv. reg.	CD4034A CD4035E CD4035A	MC14034 MC14035	K561IR6 K176IR9 K561IR9		
4x střadač D 4x střadač R-S, třístav. výstup	CD4042A CD4043A	MC14042 MC14043	K561TM3 K561TR2		
fázový závěs	CD4046A	MC14046		MHB4046	
6x budič-invertor 6x budič	CD4049A CD4050	MC14049 MC14050	K561LN2 K561PU4		
8kanálový analogový multiplex. 2 x 4kanál. analog. multiplexer	CD4051A CD4052A	MC14051 MC14052	K561KP2 K561KP1	MHB4051	
RAM 256 x 1 bit	CD4061E CD4061A		K176RU2 K561RU2A, B		
4x bilaterální spínač 4x klopný obvod D, třístav. výst.	CD4066 CD4076A	MC14066 MC14076	K561KT3	MHB4076	
4x 2vst. AND	CD4081A	MC14081		MHB4081	
8bitový adresovatelný střadač	CD4099	MC14099		MHB4099	
4x převodník úrovně 6x strobovaný invertor/budič	CD4104 CD4502	MC14502	K561LN1	MHB4104	
šest budičů sběrnice	CD4503	MC14503		MHB4503	
binární čítač vpřed/vzad dva binární čítače	CD4516A CD4520A	MC14516 MC14520	K651IE11 K561IE10		
13vstupový generátor parity BCD-7segm. dekodér se střadačem	CD4531A CD4543A	MC14531 MC14543	K561SA1 K176ID2		



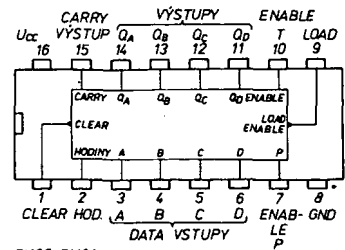


Funkce	Texas Instr.	MLR	NDR	PLR	RSR	SSSR	TESLA
synchr. dekad. čítač vpřed/vzad	SN74190N	74190PC					
synchr. binár. čítač vpřed/vzad	SN74191N	74191PC					
reverzibilní dekad. čítač	SN54192N SN64192N SN74192N SN74LS192N SN84192N	74192PC	D192C/DA	UCA64192N UCY74192N	CDB4192E	K133IE6 K155IE6 K555IE6	MH54192 MH74192 MH84192
reverzibil. binár. čítač	SN54193N SN64193N SN74193N SN74LS193N SN84193N	74193PC	D193C/D	UCA64193N UCY74193N		K133IE7 K155IE7 K555IE7	MH54193 MH74193 MH84193
4bit. posuv. registr	SN74194N SN74195N	74194PC 74195PC					
asynchr. dekad. čítač asynchr. binár. čítač	SN74196N SN74197N	74196PC 74197PC					
8bit. posuv. registr	SN64198N SN74198N SN74199N	74198PC 74199PC		UCA74198N UCY74198N	TM106		
RAM 256 bitů	SN74S201N				TM106		MH74S201, E
dekodér BCD-dekad.	SN74248N	74248PC					
8bit. selektor dat	SN74LS251N					K555KP15	
2x 4bit. selektor dat	SN74LS253N					K555KP12	
4x 2 bit. selektor dat	SN74LS257N SN74S257N SN54S257N					K555KP11 K531KP11 K530KP11	
4x 2bit. selektor dat	SN54S258N SN74LS258N SN74S258N					K530KP14 K555KP14 K531KP14	

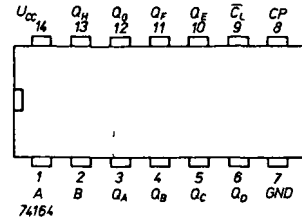




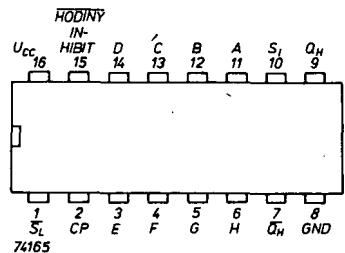
Funkce	Texas Instr.	MLR	NDR	PLR	RSR	SSSR	TESLA
synchr. program. dělič 1:16 vpřed/vzad	SN74S169N					K531IE7	
16bit. posuv. registr	SN74170N	74170PC				K155RP1	
16bit. posuv. registr	SN74172N					K155RA3	
4bit. registr D	SN74173N					K155IR5	
6x klopný obvod D	SN64174N SN74174N SN74LS174N	74174PC		UCA64174N UCY74174N		K555TM9	
4bit. registr D	SN64175N SN74175N SN74LS175N SN74S175N	74175PC		UCA64175N UCY74175N		K155TM8 K555TM8 K531TM8	
synchr. dekad. čítač	SN74176N SN74177N	74176PC 74177PC					
4bit. posuv. registr	SN74178N SN74179N	74178PC 74179PC					
8bit. gener. parity	SN64180N SN74180N	74180PC		UCA64180N UCY74180N		K155IP2	
4bit. ALU	SN64181N SN74181N SN74LS181N SN74S181N	74181PC		UCA64181N UCY74181N		K155IP3 K555IP3 K531IP3	
jednotka přenosu	SN74182N SN74LS182N SN74S182N	74182PC				K155IP4 K555IP4 K531IP4	
převodník kódu BCD-binár převodník binár.-BCD	SN74184N SN74185N					K155PR6 K155PR7	
1k bit. ROM progr. maskou	SN74187N SN74S187N					K155RE21 až 24	MH74S187
EPROM 8x 32 bit	SN74188N SN74S188N	TM188PC					MH74188



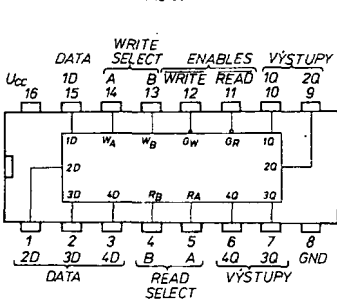
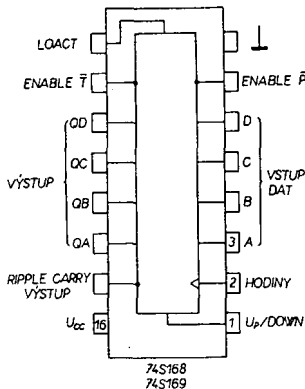
74160, 74161  
74162, 74163



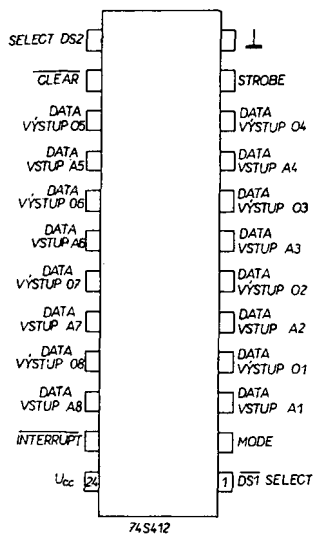
74164



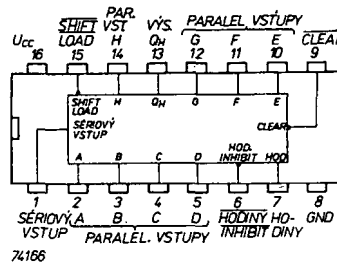
74165



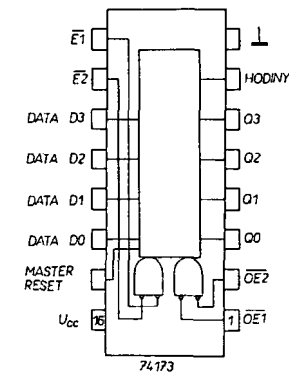
74170



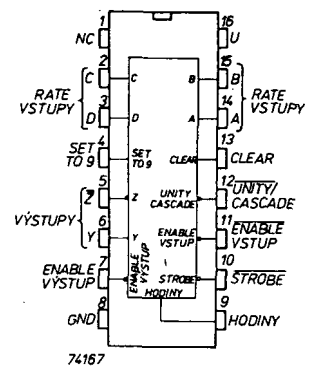
74S412



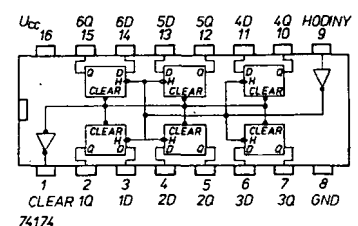
74166



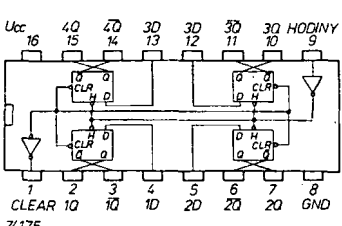
74173



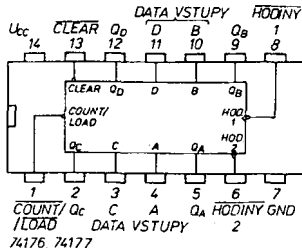
74167



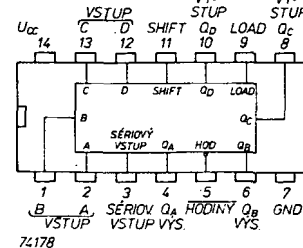
74174



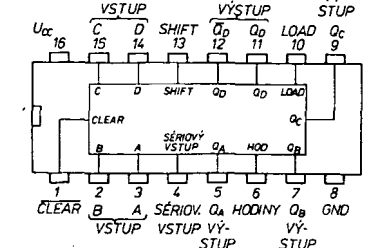
74175



74176, 74177

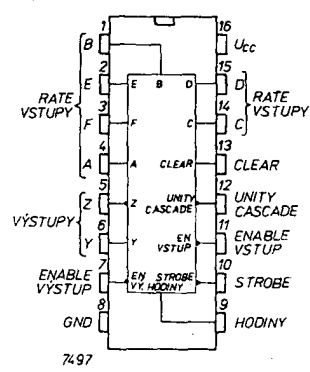
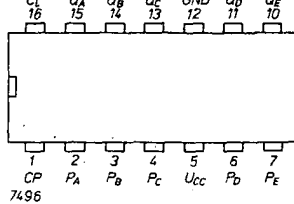
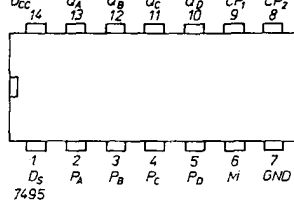
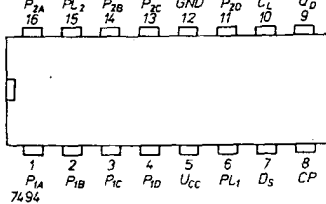
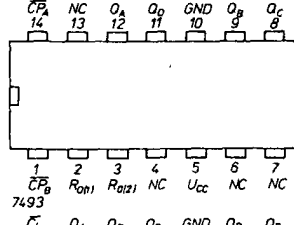
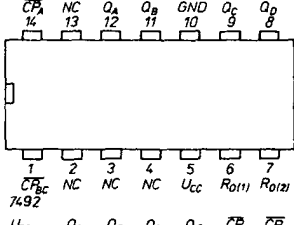
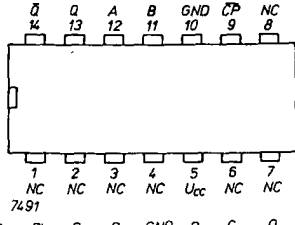
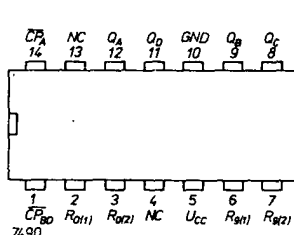
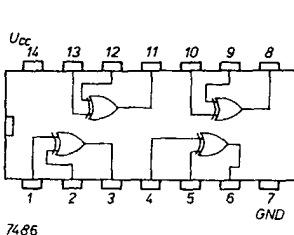
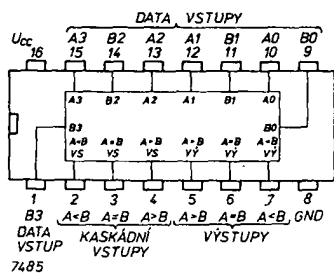
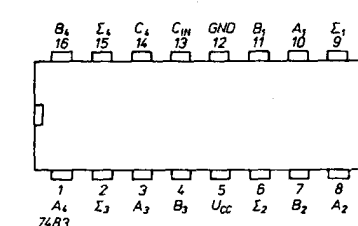
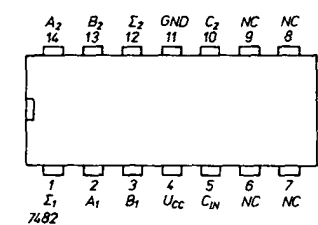
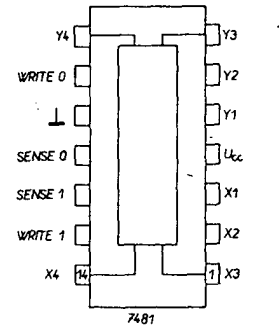
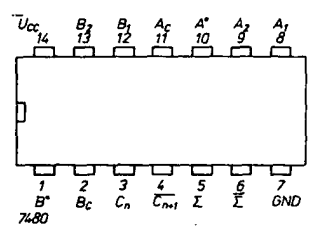
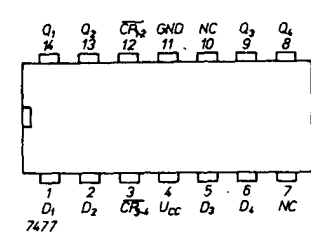
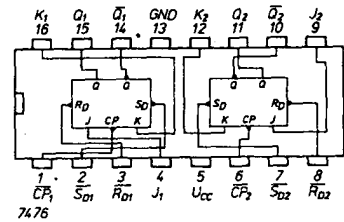


74178

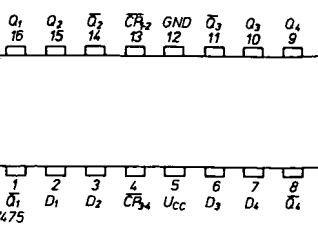
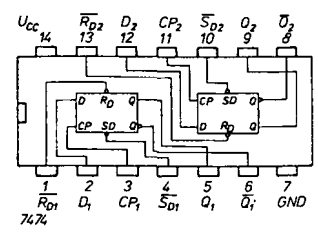
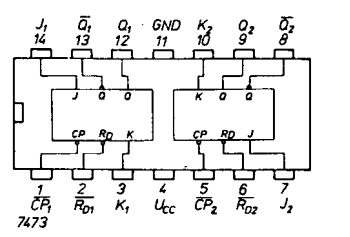
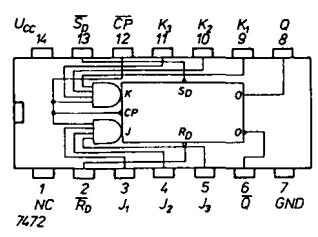
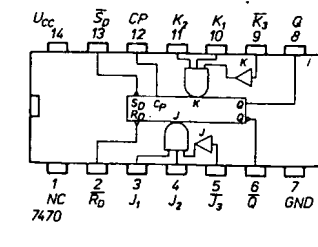
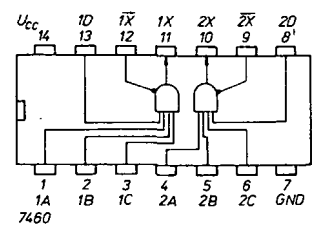
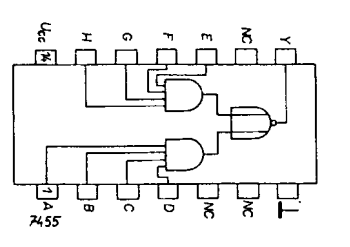
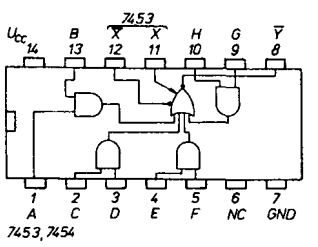
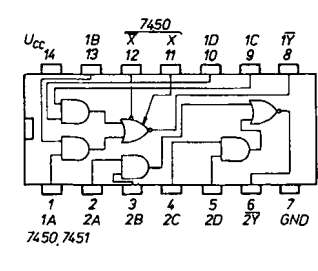
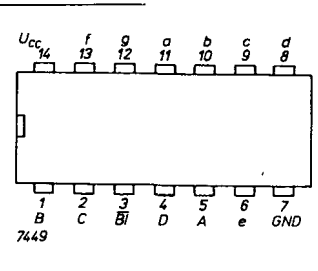
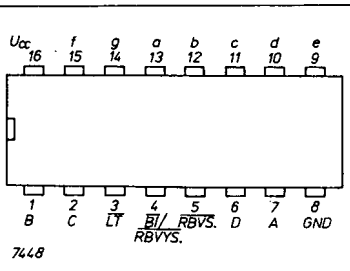
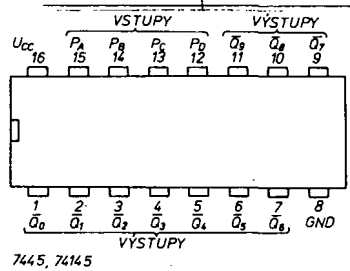
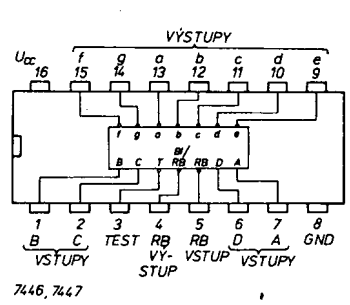
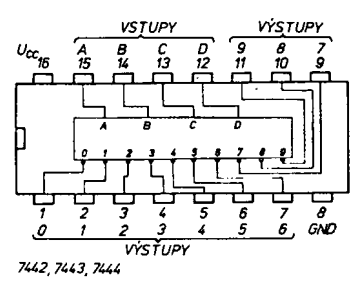
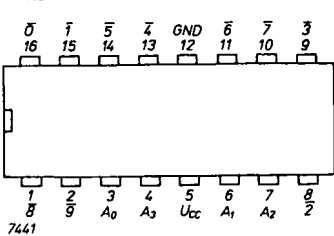
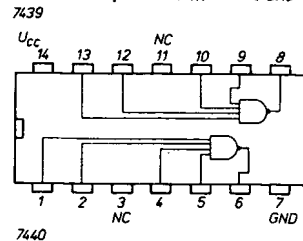
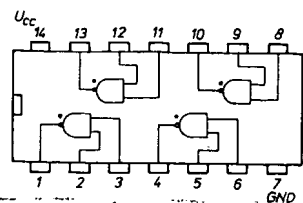


74179

Funkce	Texas Instr.	MLR	NDR	PLR	RSR	SSSR	TESLA
2x J-K klopný obvod	SN6476N SN7476N	7476PC		UCA6476N UCY7476N	CDB476E		
4bit. posuvný registr	SN5477N SN7477N	7477PC				K1337M5 K1557M5	
1bitová úplná sčítacka	SN5480N SN7480M	7480PC				K1331M1 K1551M1	
16bit. RAM	SN5481N SN7481N		D181C/D		CDB481E	K133RU1 K155RU1	
2bit. úplná sčítacka	SN5482N SN7482N	7482PC				K1331M2 K1551M2	
4bit. úplná sčítacka	SN5483N SN6483N SN7483N	7483PC		UCA6483N UCY7483N	CDB483E	K1331M3 K1551M3	
4-bit. komparátor	SN6485N SN7485N SN74LS85N SN74S85N	7485PC		UCA6485N UCY7485N		K555SP1 K531SP1	
16-bit RAM se 2 vstupy						K155RU3	
4x 2vst. EXCLUSIVE-OR	SN54S86N SN6486N SN7486N SN74LS86N SN74S86N	7486PC		UCA6486N UCY7486N	CDB486E	K530LP5 K155LP5 K555LP5 K531LP5	
16x 4bit. RAM	SN5489N SN7489N	TM101				K133RU2 K155RU2	MH7489
dekadický čítač	SN5490A SN6490N SN7490A SN8490A	7490PC		UCA6490N UCY7490	CDB490E	K1331E2 K1551E2	MH5490A MH7490A MH8490A
8bit. posuvný reg.	SN7491N SN8491AN	7491PC	D191C/D E191C/D				
čítač-odčít 1 : 12	SN5492N SN7492N	7492PC		UCY7492N	CDB492E	K1331E4 K1551E4	
čítač-odčít 1 : 16	SN5493N SN7493N SN6493N SN8493N	7493PC		UCY7493N UCA6493N	CDB493E	K1331E5 K1551E5	MH5493A MH7493A MH8493A
4bit. posuvný reg.	SN7494N	7494PC					
4bit. posuvný reg.	SN5495N SN6495N SN7495N SN8495N	7495PC	D195C/D E195D/C	UCA6495N UCY7495N	CDB495E	K1331R1 K1551R1	
5bit. posuvný reg.	SN7496N	7496PC					
synchr. program 6bit. dělič	SN5497N SN7497N	7497PC				K1331E8 K1551E8	



Funkce	Texas Instr.	MLR	NDR	PLR	RSR	SSSR	TESLA
hradlo NAD-OR-INVERT s 4x 2 nebo 2x 2 a 2x 3 vstupy	SN5454N SN54LS4N SN6454N SN7454N SN74LS4N SN8454N	7454PC	D154D D254D	UCA6454N UCY7454N	CDB454E CDB454HE	K136LR3  K158LR3	MH5454 MH7454 MH8454
AND-OR-INVERT s 2x 4 vstupy	SN5455N SN54LS5N SN6455N SN7455N SN74LS5N SN74LS5N					K133LR4 K130LR4 K136LR4 K155LR4 K131LR4 K158LR4	
2x vst. expandér	SN5460N SN54LS60N SN6460N SN7460N SN74LS60N SN8460N	7460PC	D160D E160D	UCA6460N UCY7460N	CDB460E	K133LD1 K130LD1 K155LD1 K131LD1	MH5460 MH7460 MH8460
4x 2vst. výk. NAND	SN54S64N SN74S64N SN84S64N					K530LR9 K531LR9	MH54S64 MH74S64 MH84S64
AND-OR-INVERT hradlo s 2x 2, 1x 3 a 1x 4vstupy	SN74S65					K531LR10	
J-K klopný obvod s 3 vstupy	SN7470N	7470PC					
J-K Master-Slave klopný obvod s 3 vst.	SN5472N SN54H72N SN74L72N SN6472N SN64H72N SN7472N SN74H72 SN74L72N SN8472N	7472PC	D172D E172D	UCA6472N UCA64H72N UCY7472N UCY74H72	CDB472E	K133TV1 K130TV1 K136TV1 K155TV1 K131TV1 K158TV1	MH7472 MH7472 MH8472
2x J-K klop. obv. s clear	SN6473N SN7473N	7473PC		UCA6473N UCY7473N	CDB473E		
2x klopný obvod D	SN5474N SN54H74N SN54L74N SN54S74N SN6474N SN64H74N			UCA6474N UCA64H74N		K133TM2 K130TM2 K136TM2 K530TM2	MH5474 MH54S74
2x klopný obvod D	SN7474N SN74H74N SN74S74N SN8474N SN84S74N	7474PC	D174D D274D E174D	UCA7474N UCY74H74N	CDB474E	K155TM2 K131TM2 K531TM2	MH7474 MH74S74 MH8474 MH84S74
střadač (4x KO-D)	SN5475N SN6475N SN7475N SN8475N	7475PC		UCA6475N UCY7475N		K155TM7	MH5475 MH7475 MH8475



# PŘEHLED INTEGROVANÝCH OBVODŮ

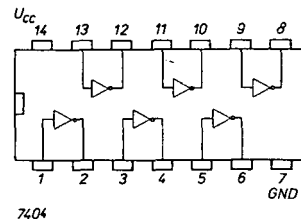
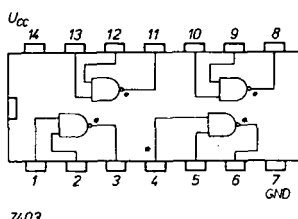
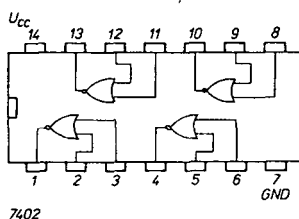
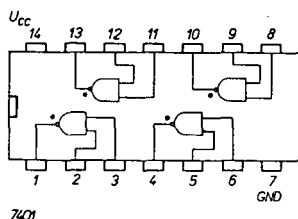
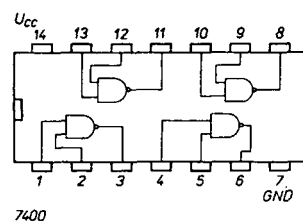
## INTEGROVANÉ OBVODY TTL

Funkce	Texas Instr.	MLR	NDR	PLR	RSR	SSSR	TESLA
4x 2vstupové NAND	SN5400N SN5400N SN54100 SN54500N SN6400N SN6400N SN7400N SN7400N SN74100N SN74100N SN74100N SN74100N SN8400N SN8400N	7400PC	D100D D200D  E100D	UCA6400N UCA6400N UCY7400N UCY7400N  UCY74S00N	CDB400E CDB400HE	K133LA3 K130LA3 K136LA3 K530LA3  K155LA3 K131LA3 K158LA3 K555LA3 K531LA3	MH5400  MH54S00N  MH7400  MH74S00 MH8400 MH84S00
4x 2vst. NAND OK	SN5401N SN6401N SN7401N SN7401N	7401PC	D201D	UCA6401 UCY7401		K133LA8 K155LA8	
4x 2vst. NOR	SN5402N SN6402N SN7402N SN74102N SN74102N	7402PC		UCA6402 UCY7402		K530LE1 K155LE1 K555LE1 K531LE1	
4x 2vst. NAND OK	SN5403 SN5403N SN6403N SN6403N SN7403N SN7403N SN74103N SN74103N SN8403N SN8403N	7403PC	D103D  E103D	UCA6403 UCY7403	CDB403E	K530LA9 K555LA9 K531LA9	MH5403 MH54S03  MH7403  MH74S03 MH8403 MH84S03

Vzhledem k nedostatku souhrnných a přehledných údajů o nejpoužívanějších integrovaných obvodech TTL, MOS, operačních zesilovačích apod. jsme na závěr Přílohy připravili stručný přehled jednotlivých typů se zapojením jejich patič. K označování vývodů jsme použili mezinárodně používané názvy a zkratky, jako např. NC – nezapojený vývod, GND – zem,  $U_{cc}$  – kladné napájecí napětí apod. Hvězdičky u některých vývodů řady TTL značí „otevřený kolektor“.

Uváděné zahraniční typy jsou v převážné míře přesnými ekvivalenty původních typů ze základních řad, tzn. že souhlasí i zapojení jejich vývodů.

Uvedený přehled slouží k základní orientaci v sortimentu integrovaných obvodů a může sloužit i k výběru našich a zahraničních typů pro to které použití.



### Indikátor vlhkosti („plně sklenice“)

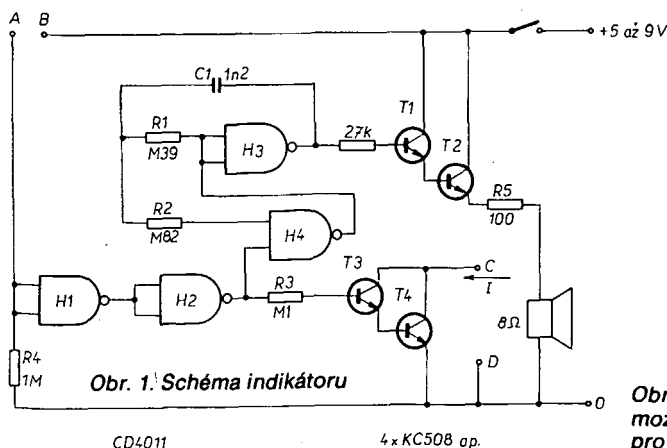
Jednoduché zapojení s obvodem MOS CD4011 (obdoba TTL 7400) slouží jako indikátor deště, mokra v plenkách (obr. 1).

Funkce je následující: vstup hradla H1 je udržován na log. 0 odporem R4. Při spojení svorek A,B vodivostí vlhkého nebo mokrého prostředí se na vstup do-

stane úroveň log. 1 z kladného pólu napájecího zdroje (svorka B). Log. 1 na výstupu H2 rozkmitá astabilní multivibrátor, sestavený z hradel H3 a H4 a signál zesílený tranzistory T1 a T2 se ozve v reproduktoru. Kromě toho lze využít tranzistorů T3, T4 ke spínání relé nebo jakéhokoli dalšího pomocného obvodu. Spínaný proud by neměl být větší než 50 mA (svorky C, D).

Elektor 67/76

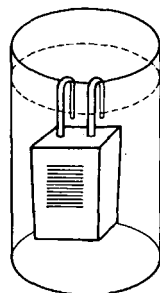
-ak



Obr. 1. Schéma indikátoru

CD4011

4x KC508 ap.



Obr. 2. Jedno z možných praktických provedení indikátoru

### PAMĚTI RAM ZE ZEMÍ RVHP

K doplnění informace čtenářům o pamětech, uveřejněných na stránkách AR, připojujeme následující přehled, který zahrnuje paměti, vyráběné v ČSSR, SSSR, NDR a BLR. Uváděný sortiment má být v dalších letech dále doplňován.

Označení	Ekvivalent	Výroba	Druh	Organizace
155PY1	SN7481AN	SSSR	RAM	16 bitů · 1
155PY3	SN7484N	SSSR	RAM	16 bitů · 1
MH7489	SN7489N	ČSSR	RAM	16 bitů × 4
155PY2	SN7489	SSSR	RAM	16 bitů × 4
K155PLJ	SN74170	SSSR	RAM	256 bitů × 1
MH74S201	SN74S201N	ČSSR	RAM	256 bitů × 1
CM8001	I1101	BLR	RAM	256 bitů × 1
CM8102	I2102	BLR	RAM	1024 bitů × 1
K527PY3		SSSR	RAM	1024 bitů × 1
U253D	I1103	NDR	RAM	1024 bitů × 1
MH74188	SN74188N	ČSSR	PROM	32 bitů × 8
U501D	I1302	NDR	ROM	256 bitů × 8
U551D	I1602	NDR	ROM	256 bitů × 8
MH2501	TMS2501	ČSSR	ROM	generátor znaků 64 bitů × 8 × 5
U402D	TMS2501	NDR	ROM	generátor znaků 64 bitů × 8 × 5
MH74S287	SN74S287N	ČSSR	PROM	256 bitů × 4
U552D	I1702A	NDR	PROM	256 bitů × 8

Hyan

308 42	STO	313 76	Lbl
309 03	03	314 13	C
310 43	RCL	315 43	RCL
311 17	17	316 14	14
312 92	INV SBR	317 92	INV SBR

Josef Veškrna

## OVĚŘENO V REDAKCI AR

Program hádání čísel na kalkulátoru TI-58 byl v redakci ověřen a shledán funkčním tak, jak je stručně autorem uveden. Použivatelé nesmí zarazit poměrně dlouhá doba reakce kalkulátoru. Při volbě tajného čísla (tj. po vložení zdrojového čísla uživatelem) potřebuje kalkulátor 20 až 100 sekund, podle toho, jak rychle se mu podaří najít číslo, vyhovující zadaným kritériím. Po zadání (odhadu) čísla hráčem potřebuje kalkulátor k odpovědi asi  $55 \pm 5$  sekund. Po tuto dobu poblikává v levém rohu displeje písmeno C, za znamení toho, že kalkulátor počítá.

Tajné číslo se dá také vložit do kalkulátoru přímo. Čtyři číslice A B C D vložíme postupně do paměti č. 11 až 08, tj. A STO 11, B STO 10, C STO 09 a D STO 08. Celé číslo pak ještě vložíme do paměti č. 15: ABCD STO 15.

Obsazení registrů (paměti) je následující:

paměť č.	obsah
00	0 (nepoužit)
01	?
02	8
03	0 (nepoužit)
04, 05, 06, 07	poslední hádané číslo odzadu (D, C, B, A)
08, 09, 10, 11	tajné číslo odzadu (D, C, B, A)
12	8
13	12
14	počet pokusů
15	tajné číslo celé (ABCD); slouží pouze jako signalizace, lze jej nahradit čímkoli jiným a to se po uhádnutí celého čísla objeví na displeji
16	8
17	reakce kalkulátoru na pokus hráče (např. 1,1)
18	nepoužit
19	nepoužit

Hra je zajímavá a skýtá možnost individuálního tréninku kombinačních schopností a logické kalkulace. amy

## Kalkulátor jako hrací kostka

V Amatérském rádiu č. 10/1979 mě zaujal článek na str. 369 od ing. D. Němce „Elektronická kostka s počítačem“. Jelikož vlastním TI-58, hned jsem si to vyzkoušel. Zjistil jsem, že šikovný hráč bude po chvíli „házet šestky“ skoro pořád. TI-58 má v programovém modulu č. 1 program č. 15 – generátor náhodných čísel. Z jeho tří částí lze použitím první vytvořit program na „hrací kostku“ který nelze nikterak obelstít. Postup mě napadl, když jsem sestavoval program pro uhádnutí čtyř čísel (hádní čísel). Program je v tab. 1. Obsluhuje se následovně:

Stiskne se RST, \*D\* – po této kombinaci se na displeji objeví nula. Vložíme libovolné číslo z intervalu 0 až 199 017, stiskneme R/S (objeví se totéž číslo s tečkou), vložíme dolní hranici, tj. 1, opět R/S, vložíme horní hranici, tj. 6,999 (krok 23 odděluje z čísla pouze jeho celou část,

zbývající číslice slouží jako zdrojové číslo pro další vrh), opět R/S, objeví se ještě jednou horní hranice, tj. 6,999, a pak už každým stisknutím R/S „házíme kostkou“. Je tím zamezeno různému chytráčení a každý „hází“ stejně dlouhou dobu, tj. po dobu běhu programu od kroku 18 do kroku 28.

Tab. 1.

000 76	*Lbl	015 15	15
001 19	*D*	016 12	B
002 36	*Pgm	017 92	INV SBR
003 15	15	018 36	*Pgm
004 10	*E*	019 15	15
005 92	INV SBR	020 13	C
006 36	*Pgm	021 43	RCL
007 15	15	022 07	07
008 15	E	023 59	*Int
009 92	INV SBR	024 95	=
010 36	*Pgm	025 91	R/S
011 15	15	026 61	GTO
012 11	A	027 00	0
013 92	INV SBR	028 18	18
014 36	*Pgm		

Miroslav Jílek

## Hádní čísel opět jinak

V čem spočívá hra „Hádní čísel“ patří ně všichni víte – zopakují jenom ve stručnosti, že jeden hráč zvolí tajné např. čtyřmístné číslo a druhý hráč se je snaží uhádnout. Postupuje tak, že si „tipne“ nějaké číslo, a protihráč mu odpoví, kolik z tipovaných číslic je v tajném čísle obsaženo a kolik z nich je přesně na tom místě, kde jsou tipovány. Jako protihráč může posloužit programovatelný kalkulátor TI-58.

Program (tab. 1) začíná stejně jako program na „hrací kostku“ na jiném místě této ročenky. Dále je v něm obsažena kontrola, aby se v číslu neopakovaly dvě stejné číslice (kroky 68 až 100). Po stisknutí tlačítka RST \*D\* naskočí 0, vložíme libovolné číslo v rozmezí 0 až 199 017, stiskneme R/S, objeví se totéž s tečkou, vložíme dolní hranici 0, R/S, horní hranici 9,999 a po dalším stisknutí R/S kalkulátor od kroku 018 vypočítá náhodné číslo a uloží je postupně do paměti 12, 13, 14 a 15. V krocích 068 až 100 zkontroluje, zda se nějaká číslice ve zvoleném čísle neopakuje. Jestliže ano, vrací se na krok 018 a opakuje celý postup tak dlouho, než je číslo v pořádku. Pak vymaže registry 21 a 22 a zastaví se (displej ukazuje 0). Nyní postupně vložíte tipované číslo A, B, C, D: A, R/S, B, R/S, C, R/S, D, R/S – po každém stisknutí R/S vyčkáme, až se číslice objeví opět na displeji s tečkou. Po zmačknutí posledního R/S program v krocích 118 až 133 za pomoci podprogramu (kroky 143 až 193) porovná vaše tajné a vaše tipované číslo a uloží do paměti 22 počet uhodnutých číslic a do paměti 21 počet správných umístění číslic. Při kroku 134, popř. 136 se na displeji objeví počet „zásahů“, po stisknutí R/S potom počet uhádnutých číslic. Po zaznamenání čísel se po dalším R/S objeví 0 a jste opět na kroku 106.

Uhádnete-li celé číslo, stisknete GTO 018 a R/S a můžete pokračovat v hádní dalšího čísla.

Program si lze rychle ověřit, když si první generované tajné číslo po zastavení programu vyčteme z paměti 12 až 15 (postupem RCL 12, RCL 13, RCL 14, RCL 15) a známým způsobem vložíme dané číslo a různé kombinace, přičemž můžeme kontrolovat správnost odpovědi počítače.

Tab. 1.

000 76	*Lbl	101 25	CLR
001 19	*D*	102 42	STO
002 36	*Pgm	103 22	22
003 15	15	104 42	STO
004 10	*E*	105 21	21
005 92	INV SBR	106 91	R/S
006 36	*Pgm	107 42	STO
007 15	15	108 16	16
008 15	E	109 91	R/S
009 92	INV SBR	110 42	STO
010 36	*Pgm	111 17	17
011 15	15	112 91	R/S
012 11	A	113 42	STO
013 92	INV SBR	114 18	18
014 36	*Pgm	115 91	R/S
015 15	15	116 42	STO
016 12	B	117 19	19
017 92	INV SBR	118 43	RCL
018 36	*Pgm	119 12	12
019 15	15	120 71	SBR
020 13	C	121 25	CLR
021 43	RCL	122 43	RCL
022 07	07	123 13	13
023 42	STO	124 71	SBR
024 20	20	125 25	CLR
025 59	*Int	126 43	RCL
026 42	STO	127 14	14
027 12	12	128 71	SBR
028 94	+/-	129 25	CLR
029 85	+	130 43	RCL
030 43	RCL	131 15	15
031 20	20	132 71	SBR
032 95	=	133 25	CLR
033 65	x	134 43	RCL
034 01	1	135 22	22
035 00	0	136 91	R/S
036 95	=	137 43	RCL
037 42	STO	138 21	21
038 20	20	139 91	R/S
039 59	*Int	140 61	GTO
040 42	STO	141 01	1
041 13	13	142 01	01
042 94	+/-	143 76	*Lbl
043 85	+	144 25	CLR
044 43	RCL	145 32	x $\approx$ t
045 20	20	146 43	+
046 95	=	147 16	16
047 65	x	148 22	INV
048 01	1	149 67	*x=t
049 00	0	150 01	1
050 95	=	151 55	55
051 42	STO	152 01	1
052 20	20	153 44	SUM
053 59	*Int	154 22	22
054 42	STO	155 43	RCL
055 14	14	156 17	17
056 94	+/-	157 22	INV
057 85	+	158 67	*x=t
058 43	RCL	159 01	1
059 20	20	160 64	64
060 95	=	161 01	1
061 65	x	162 44	SUM
062 01	1	163 21	21
063 00	0	164 43	RCL
064 95	=	165 18	18
065 59	*Int	166 22	INV
066 42	STO	167 67	*x=t
067 15	15	168 01	1
068 32	x $\approx$ t	169 73	73
069 43	RCL	170 01	1
070 12	12	171 44	SUM
071 67	*x=t	172 21	21
072 00	0	173 43	RCL
073 18	18	174 19	19
074 43	RCL	175 22	INV
075 13	13	176 67	*x=t
076 67	*x=t	177 01	1
077 00	0	178 82	82
078 18	18	179 01	1
079 43	RCL	180 44	SUM
080 14	14	181 21	21
081 67	*x=t	182 43	RCL
082 00	0	183 17	17
083 18	18	184 48	*Exc
084 32	x $\approx$ t	185 16	16
085 43	RCL	186 48	*Exc
086 12	12	187 19	19
087 67	*x=t	188 48	*Exc
088 00	0	189 18	18
089 18	18	190 48	*Exc
090 43	RCL	191 17	17
091 13	13	192 92	INV SBR
092 67	*x=t		
093 00	0		
094 18	18		
095 32	x $\approx$ t		
096 43	RCL		
097 12	12		
098 67	*x=t		
099 00	0		
100 18	18		

Miroslav Jílek

Bloková schéma programu podľa [1] je uvedená na obr. 1. Aby sme mohli túto schému naprogramovať do TI-59, je potrebné urobiť niekoľko úprav vzhľadom na programovú vybavenosť TI-59:

- popísané texty vzhľadom na dvaciat-znakovú tlačiareň rozdeliť do 4 segmentov podľa tab. 1,
- každý segment textu daného riadku je podľa tab. 2 prekódovaný a uložený do registrov vo forme číselného kódu,
- zakódovanie čísel potrebných pre tlač ako: celkový počet zápaliek – M, počet zápaliek, ktoré odoberie hráč – H a počet zápaliek, ktoré odoberie kalkulator – C. Ďalej uloženie do príslušných registrov podľa tab. 2, pretože tlač bude uskutočňovaná pomocou operácie OP1 až OP5;
- generátor náhodných čísel v intervale 0 až 1 riešiť zvláštnym programom [2]

$$K = \text{RND}(O) = \text{FRAC}(997 \times K_0)$$

kde  $K_0$  je základné zdrojové číslo, desiatinná čiarka a za ňou ľubovoľné číslo aspoň so šiestimi nenulovými platnými ciframi. Pretože obsahy registrov č. 1 až 7 sa používajú ako operatívne pre program, pri samotnom programovaní ich obsahy nie je potrebné uložiť do pamäti, ale až počnúc registrom č. 8 do 79.

Vlastná hra (program) prebieha podľa nasledovného postupu:

- štart programu a výpis pravidiel hry cez návěstie E,
- vkladanie počtu zápaliek, ktoré odoberie hráč je cez návěstie A,
- ukončenie hry popr. ďalšie pokračovanie je cez R/S vloženie – 1 pre pokračovanie a 2 pre ukončenie hry,

– v prípade, že chceme odštartovať hru bez výpisu pravidiel uskutočnime to cez návěstie B.

Vlastný program včítane obsahu registrov je možné uložiť na dva štítky na obe stopy, pretože je použitá celá vnútorná pamäť.

O využití TI-59 v štatistike a technike v našej literatúre je v poslednej dobe hodne publikované. Tento článok má byť však príspevkom do oblasti hier, kde programovateľné kalkulátory sa pomaly ale iste stávajú našim nerozlučným spoločníkom.

#### Literatúra

- [1] Amatérské radio A10/79.
- [2] Sďelovací technika 2/80.
- [3] Personal programming TI-58/59. Texas Instruments, 1977.

Tab. 2.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0		0	1	2	3	4	5	6
1	7	8	9	A	B	C	D	E
2	-	F	G	H	I	J	K	L
3	M	N	O	P	Q	R	S	T
4	.	U	V	W	X	Y	Z	+
5	x	*	√	π	e	(	)	,
6	↑	%	:	/	=	'	x	$\bar{x}$
7	z	?	÷	!		Λ	Π	Σ

## MODUL EE11 PRO TI-58/59

Ing. Jaromír Příhoda

Od roku 1979 je v prodeji pro kalkulátory TI58 a TI59 výmenný modul s označením Electrical Engineering (EE-11).

Tento modul je zajímavý jak jednotlivými programy, tak i způsobem jejich výstavby a použití.

Oproti základnímu modulu ML-1 je zde vidět především příklon k širšímu využití tiskárny. Prakticky všechny programy automaticky tisknou důležitá vstupní i výstupní data, u některých je při inicializaci přímo volba uživatelským tlačítkem – provoz s tiskárnou či bez tiskárny. Složitější programy je i obtížné bez tiskárny používat, protože buď se výstupní data krátkodobě – bez možnosti zastavení – objevují na displeji, či některá jsou jen tištěna (na displeji je možno je zobrazit jen vyvoláváním příslušných registrů). Další zajímavostí je zadávání programů v těch případech, kdy program dává možnost volit mezi vstupními a výstupními daty. Předělem mezi zadanými a výpočtovými údaji je uživatelské tlačítko E, popr. E', které ve většině případů „nastavuje“ přepínače. Toto uživatelské zjednodušení jde samozřejmě na vrub zvětšení počtu programových kroků, protože např. převod mezi poměry napětí a výkonů, decibely a nepery, „spotřebuje“ 159 kroků.

Nyní krátce k jednotlivým programům: Program EE-01 je obdobný programu ML-01 vyjma přípravy tiskárny, protože příkazy pro tisk jsou zahrnuty se specifickými úpravami přímo do jednotlivých programů.

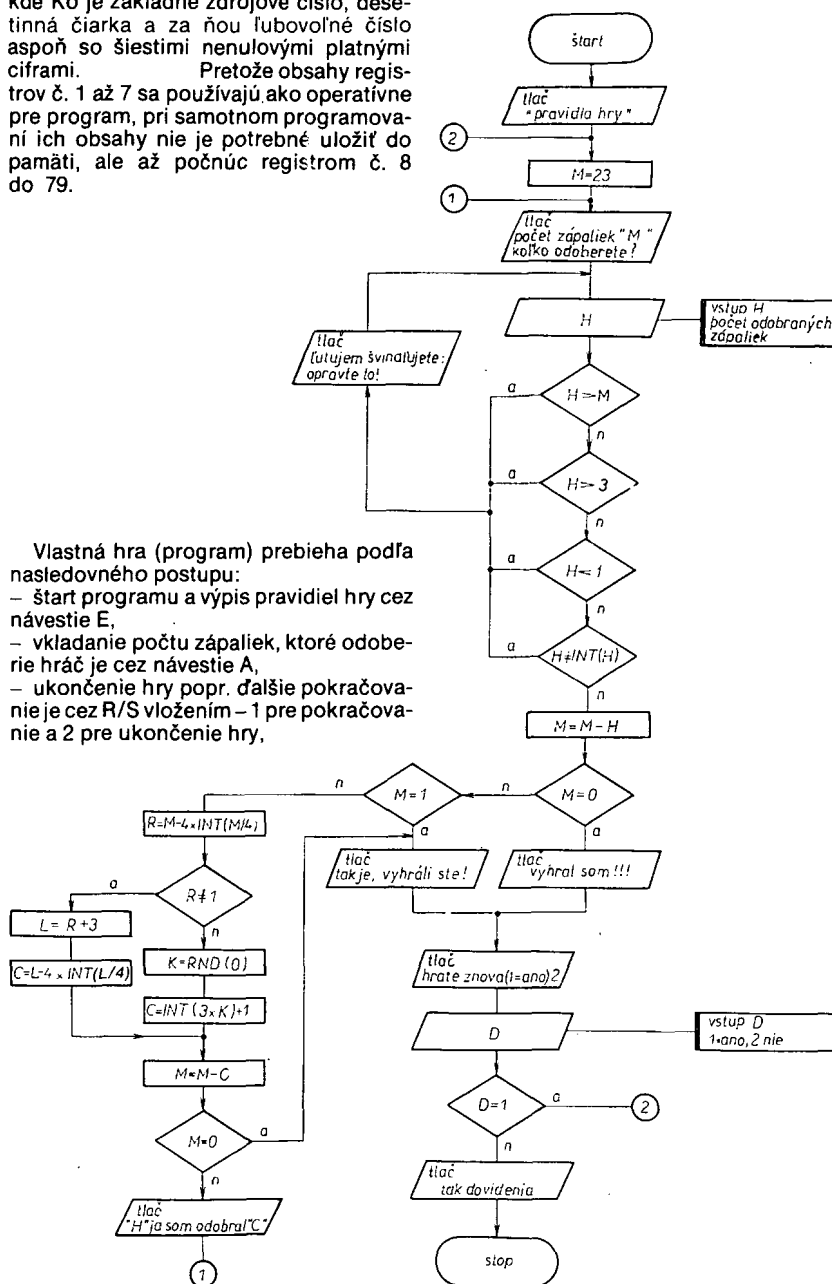
EE-02. Stále se rozšiřující používání smyček analogového fázového závěsu se projevilo i zařazením tohoto programu, který vypočítává prvky korekčního filtru druhého řádu realizovaného jako aktivní filtr pro smyčku s děličem kmitočtu nebo pasivní filtr pro jednoduchou smyčku. Vedle parametrů filtru lze zadávat či vypočítat činitel tlumení a normalizovaného kmitočtu. Na závěr výpočtu lze zkontrolovat šumovou šířku smyčky v Hz.

EE-03 převádí parametry S a Y navzájem ve vektorovém vyjádření, zadává se impedance vedení.

Programy EE-04, EE-05 a EE-06 jsou programy řešení výpočtů s komplexními čísly a jsou prakticky shodné s programy ML-04, ML-05 a ML-06.

EE-07 je určen pro převod mezi napětovým či proudovým poměrem, výkonovým poměrem, decibely a nepery. Při zadání jedné z hodnot je možno vypočítat tři zbývající.

EE-08. Na základě Gaussova rozložení šumu i signálu se šumem po zadání



Obr. 1. Bloková schéma programu

ho čísla používá všech deseti číslic, přičemž žádná číslice se nikdy v čísle neopakuje.

K uvedenému druhu logické hry lze využít i programovatelný kalkulátor, který rovněž může nahradit spoluhráče. Vlastnosti a rozmanitost hry jsou přitom do značné míry závislé na programovacích možnostech kalkulátoru. Pro daný kalkulátor TI-57, který patří k nejjednodušším typům a má jen 50 možných kroků programu a 8 datových registrů, umožňuje program hry hledat čtyřmístné tajné číslo, ve kterém se neopakují stejné číslice. K volbě tajného čísla je obecně možno použít všech deset číslic, pokud se však vybírá pomocí kalkulátoru, lze použít šest nebo sedm různých číslic.

Program hry je v tab. 1 a má dvě části. V programových krocích s adresami 00 až 39 je vlastní program pro porovnávání dvou čtyřmístných čísel. Tajné číslo je rozloženo v registrech R1 až R4 a může obsahovat libovolné číslice 0 až 9. Druhé, tipované číslo je při každém pokusu uloženo v registru R6 a během porovnávání se jeho jednotlivé číslice přemísťují do testovacího registru R7. Hlavní větve programu proběhne čtyřikrát (podle obsahu registru R0), vždy s cyklicky zaměněným obsahem registrů R1 až R4. Výsledky porovnávání jednotlivých číslic se sčítají v registru R5 a jeho obsah je na konci programu indikován na zobrazovači (displeji) jako výsledné vyhodnocení daného pokusu.

V následujících krocích s adresami 40 až 49 je jednoduchý pomocný program, který umožňuje výběr tajného čísla před vlastní hrou. Program „provádí míchání“ šesti nebo sedmi číslic (podle zvolené obtížnosti hry), které jsou předem vloženy do registrů R1 až R5 (nebo i R6) a na zobrazovač. Počet cyklů míchání je určen číslem vloženým do registru R0. Po proběhnutí programu určují číslice v registrech R1 až R4 hledané tajné číslo. Chceme-li toto číslo volit ze sedmi číslic, ponecháme program v plném rozsahu, v případě volby ze šesti číslic vynecháme v programu krok s adresou 46. Pokud máme k dispozici spoluhráče, nemusíme pomocného programu využívat a spoluhráč může vložit tajné číslo do kalkulátoru tak, že jednotlivé číslice uloží přímo do registrů R1 až R4. Přitom může podle dohodnuté obtížnosti hry volit výběr až z deseti číslic 0 až 9.

Pro bližší zájemce je na obr. 1 zjednodušený vývojový diagram obou částí programu, ze kterého je patrný algoritmus i průběh hry.

Pro majitele kalkulátorů s větší kapacitou paměti programu i dat nechtě ukázka hry poslouží jako námět k sestavení rozsáhlejšího programu, který by umožňoval rozmanitější volbu podmínek hry.

#### Použití programu tajně:

##### A. Příprava – výběr tajného čísla:

1. Vlož do registru R0 libovolné číslo N v rozsahu 1 až 100, např. 38 STO 0. Velikost tohoto čísla předurčuje zamíchání číslic, ze kterých se vybírá hledané tajné číslo.
2. Podle žádané obtížnosti hry vlož postupně buď sedm různých číslic, např.:  
1 STO 1 2 STO 2 3 STO 3 4 STO 4 5 STO 5 6 STO 6 7 nebo šest číslic (při vynecháním programovém kroku č. 46), např.  
1 STO 1 2 STO 2 3 STO 3 4 STO 4 5 STO 5 6
3. Stiskni SBR 4, „provádí se míchání“

číslic, které končí blikáním číslice 0 na zobrazovači. Číslice, které nyní zůstaly v registrech R1 až R4, určují vybrané tajné číslo.

4. Stiskni CLR RST, konec přípravy.

#### B. Vlastní hra:

5. Vlož čtyřmístné číslo jako tip na tajné číslo a stiskni R/S, po proběhnutí výpočtu indikuje číselný údaj na zobrazovači v řádu jednotek počet uhádnutých číslic a v řádu desítek (pokud se objeví) počet číslic správně umístěných, např.:  
23 – 3 uhádnuté, z nich 2 správně umístěné,  
4 – 4 uhádnuté, žádná správně umístěná.
6. Vkládej další tipy (bod 5) a zapisuj si je spolu s jejich vyhodnocením. Při uhádnutí všech číslic včetně správného pořadí se na zobrazovači objeví vyhodnocení 44. Tím hra končí.
7. Při opakování hry postupuj znovu od bodu 1 a vždy změň číslo N vkládané do registru R0.

#### Literatura

- [1] Budínský, J.: Elektronické hry. Amatérské radio A4/1979.

Tab. 1. Program logické hry pro kalkulátor TI-57. Tlačítko 2nd je znázorněno hvězdičkou. Krok s adresou 46 se zařadí jen při volbě tajného čísla ze sedmi vložených číslic, vynechá se při volbě ze šesti číslic.

adresa	kód	instrukce	adresa	kód	instrukce
00	32 6	STO 6	25	01	1
01	04	4	26	86 2	*Lbi 2
02	38 0	*Exc 0	27	01	1
03	32 5	STO 5	28	34 5	SUM 5
04	86 1	*Lbi 1	29	86 3	*Lbi 3
05	01	1	30	33 1	RCL 1
06	00	0	31	38 2	*Exc 2
07	32 7	STO 7	32	38 3	*Exc 3
08	-39 6	*INV Prd 6	33	38 4	*Exc 4
09	33 6	RCL 6	34	32 1	STO 1
10	-49	*INV Int	35	56	*Dsz
11	-34 6	INV SUM 6	36	51 1	GTO 1
12	39 7	*Prd 7	37	33 5	RCL 5
13	33 1	RCL 1	38	81	R/S
14	66	*x=t	39	71	RST
15	51 2	GTO 2	40	86 4	*Lbi 4
16	33 2	RCL 2	41	38 2	*Exc 2
17	66	*x=t	42	38 5	*Exc 5
18	51 2	GTO 2	43	38 3	*Exc 3
19	33 3	RCL 3	44	38 1	*Exc 1
20	66	*x=t	45	38 4	*Exc 4
21	51 2	GTO 2	46	38 6	*Exc 6 ?
22	33 4	RCL 4	47	56	*Dsz
23	-66	*INV x=t	48	51 4	GTO 4
24	51 3	GTO 3	49	15	CLR

## HRA NA ZÁPALKY S TI-59

Ing. R. Pernis

Dnešní doba je charakterizovaná prudkým nástupem počítačů, jednak sálůvých a v posledním čase masovým nástupem stolových počítačů, ale hlavně malých vreckových programovatelných kalkulátorů. Zřejmě aj z tohoto důvodu roku 1979 na střednej štvorstránke AR-A vychádzal na pokračovanie krátky kurz pod názvom „Základy programovania samostatných číslicových počítačů“.

V závěrečné kapitole jazyka BASIC bol v AR-A 10/79 [1] uvedený krátky program „Hra na

zápalky“ vo forme dialogu s počítačom. Tento program bol zapísaný v jazyku BASIC a určený v prevážnej miere pre stolové počítače, ktoré sú obvykle týmto jazykom vybavené pri vnútornej pamäti 8 až 64k byte ba i viac. Programovateľný kalkulátor TI-59 má k dispozícii pre užívateľa 840 bytov vnútornej pamäti, čo je menej ako 1k byte. Táto pamäť už však postačuje, aby sme si s TI-59 v spolupráci s termotlačiarňou PC-100 A mohli hru na zápalky zahráť.

Tab. 1.

P.č.	Ri	Obsah textu v registrech															
		OP1-Ri				OP2-Ri + 1				OP3-Ri + 2				OP4-Ri + 3			
1	11	P	R	A	V	I	D	L	A	H	R	Y	:				
2	15	M	A	M	E		2	3		Z	A	P	A	L	I	E	K
3	19	O	D	O	B	E	R	A	M	E	S	T	R	I	E	D	A
4	23	N	A		1	x		M	O	Z	E	S		O	D	O	B
5	27	1		2		A	L	E	B	O		3		Z	A	P	A
6	31	K	T	O		B	E	R	E		P	O	S	L	E	D	N
7	35										P	R	E	H	R	A	V
8	39	Z	A	C	I	N	A	T	E		V	Y					
9	43	P	O	C	E	T		Z	A	P	A	L	I	E	K		
10	47	K	O	L	K	O		O	D	O	B	E	R	E	T	E	?
11	51	L	U	T	U	J	E	M		S	V	I	N	D	L	U	J
12	55	O	P	R	A	V	T	E		T	O	!					
13	59	V	Y	H	R	A	L		S	O	M	!	!	!			
14	63	T	A	K		J	E		V	Y	H	R	A	L	I	S	T
15	67	H	R	A	T	E		Z	N	O	V	A	(	1	=	A	N
16	71	T	A	K		D	O	V	I	D	E	N	I	A	!		
17	75	H			J	A		S	O	M		O	D	O	B	R	A

Ri – ří register

MM – počet zápaliek celkom

H – počet zápaliek, ktoré odoberie hráč

C – počet zápaliek, ktoré odoberie počítač

36	24 00	RCL 0	a <sub>11</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	
37	24 05	RCL 5	a <sub>23</sub>	a <sub>11</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	
38	61	x	a <sub>11</sub> a <sub>23</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	
39	24 02	RCL 2	a <sub>13</sub>	a <sub>11</sub> a <sub>23</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	
40	24 03	RCL 3	a <sub>21</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>11</sub> a <sub>23</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	
41	61	x	a <sub>13</sub> a <sub>21</sub>	a <sub>11</sub> a <sub>23</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	
42	41	-	M <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	a <sub>11</sub> a <sub>23</sub> - a <sub>13</sub> a <sub>21</sub> = M <sub>2</sub>
43	24 07	RCL 7	a <sub>32</sub>	M <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>
44	61	x	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	a <sub>32</sub> M <sub>2</sub> = A <sub>2</sub>
45	41	-	D	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub> - A <sub>2</sub> = D
46	13 00	GTO 00	D	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	

Tab. 2.

Č.	Úkon	Vstupní data	Tlačítka				Výstupní data
1	Zaznamenej program						
2	Vrať program na počátek		f	PRGM			
3	Zadej konstanty a	a <sub>11</sub>	R/S				a <sub>11</sub>
		a <sub>12</sub>	R/S				a <sub>12</sub>
		a <sub>21</sub>	R/S				a <sub>13</sub>
		a <sub>21</sub>	R/S				a <sub>21</sub>
		a <sub>22</sub>	R/S				a <sub>22</sub>
		a <sub>23</sub>	R/S				a <sub>23</sub>
		a <sub>31</sub>	R/S				a <sub>31</sub>
	+/	a <sub>32</sub>	R/S				0
	počítej	a <sub>33</sub>	R/S				D
4	Nové zadání GO TO 3						

+/ nulový údaj na displeji označuje ukončení záznamu konstant (naplnění paměťového bloku)

Tab. 4.

Č.	Úkon	Vstupní data	Tlačítka				Výstupní data
1	Zaznamenej program						
2	Vrať program a nuluj		f	PRGM	f	REG	
3	Zadej konstanty pro D a	a <sub>11</sub>	R/S				a <sub>11</sub>
		a <sub>12</sub>	R/S				a <sub>12</sub>
		a <sub>13</sub>	R/S				a <sub>13</sub>
		a <sub>21</sub>	R/S				a <sub>21</sub>
		a <sub>22</sub>	R/S				a <sub>22</sub>
		a <sub>23</sub>	R/S				a <sub>23</sub>
		a <sub>31</sub>	R/S				0
		a <sub>32</sub>	ENTER				a <sub>32</sub>
	počítej	a <sub>33</sub>	R/S				D
4	Vlož D do paměti	D	STO	0			D

**CL PRGM** – v módu „PRGM“ maže celý zapsaný program a v módu „RUN“ vrací program na krok 00.

Pozn.: Programem lze vkládat i konstanty, ale pro každou vloženou číslici musíme počítat s obsazením jednoho programového kroku.

## Řešení programu pro výpočet determinantu třetího stupně

Máme zadáno:

$$D = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

kde a<sub>11</sub> až a<sub>33</sub> jsou známé prvky determinantu. Vidíme, že potřebujeme zapsat do paměti devět konstant. Paměťový blok kalkulátoru má pouze osm registrů, ale v operační paměti zbývají dva volné registry. Z toho můžeme usoudit, že při opatrném navržení programu bude možno konstanty zadat najednou a že pro omezený počet paměťových registrů nebude nutno program dělit. Daný úkol je možno matematicky řešit dvěma způsoby:

1. Sarrusovým pravidlem,
  2. metodou minoritních doplňků,
- přičemž oba získané vztahy jsou vzájemně lehce převoditelné.

Zapišeme řešení:

$$D = a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{13}a_{22}a_{31} - a_{12}a_{21}a_{33} - a_{11}a_{23}a_{32} \quad (1)$$

$$D = a_{11}(a_{22}a_{33} - a_{23}a_{32}) - a_{12}(a_{21}a_{33} - a_{23}a_{31}) + a_{13}(a_{21}a_{32} - a_{22}a_{31}) \quad (2)$$

Srovnáním (1) a (2) lze zjistit, že výpočet podle (2) zaujme méně programových kroků a více registrů v operační paměti, zatímco při postupu podle vztahu (1) je možno ušetřit datové registry. Vztah (2) má pro nás navíc tu výhodu, že hodnotu prvku vloženého do operačního registru můžeme v určitém případě použít jen jednou. Zvolíme-li možnost automatického organizování dat v registrech, můžeme

Tab. 3.

Krok	Kód	Instrukce	Krok	Kód	Instrukce
01	23 01	STO 1	26	41	-
02	74	R/S	27	21	x ≤ y
03	23 02	STO 2	28	24 01	RCL 1
04	74	R/S	29	24 06	RCL 6
05	23 03	STO 3	30	61	x
06	74	R/S	31	21	x ≤ y
07	23 04	STO 4	32	61	x
08	74	R/S	33	14 73	f LAST x
09	23 05	STO 5	34	24 04	RCL 4
10	74	R/S	35	61	x
11	23 06	STO 6	36	24 03	RCL 3
12	74	R/S	37	61	x
13	23 07	STO 7	38	41	-
14	14 34	f STK	39	41	-
15	74	R/S	40	24 02	RCL 2
16	24 01	RCL 1	41	24 06	RCL 6
17	24 05	RCL 5	42	61	x
18	61	x	43	24 03	RCL 3
19	21	x ≤ y	44	24 05	RCL 5
20	61	x	45	61	x
21	14 73	f LAST x	46	41	-
22	24 02	RCL 2	47	24 07	RCL 7
23	61	x	48	61	x
24	24 04	RCL 4	49	51	+
25	61	x			



příkazy (instrukce). Protože displej kalkulátoru je pouze numerický, je zpětná informace o zapsaném kroku kódována v číselném tvaru tak, že manipulační tlačítka jsou označena dvojčíslím v souřadném systému po řádcích a sloupcích, počínaje levým horním rohem manipulační plochy. Výjimku tvoří kódování tlačítek pro vkládání číslíc – ta jsou označena dvojčíslím složeným z nuly a vlastního číselného označení tlačítka. Kódová čísla instrukcí jsou zobrazována na displeji po provedení zápisu za dvojčíslím označujícím programový krok. K manipulaci s programem slouží následující tlačítka:

**R/S**

– RUN/STOP jako instrukce v programu způsobí přerušení automatického výpočtu; v modu kalkulátoru „RUN“ zahajuje automatický výpočet buď z kroku 00, nebo po předchozím automatickém zastavení, popř. výpočet dílčího programu (viz GTO).

Téhož tlačítka je možno využít k delšímu zastavení na kroku s instrukcí PAUSE.

**PAUSE**

– zastaví průběh automatického výpočtu na dobu 1 s a zobrazí mezivýsledek výpočtu v registru X na displeji.

**NOP**

– umožní opravu programu přepsáním chybné či nadbytečné instrukce, aniž by bylo nutno zbývajících část programu přepisovat.

**GTO**

– doplněno dvojčíslím (tj. adresou) slouží jako programová instrukce ke skoku na vyznačený programový krok. Pro podmíněné větvení programu slouží testovací funkce:

$$x = 0; x \neq 0; x \geq 0; x < 0 \text{ a}$$

$$x = y; x > y; x < y.$$

Tyto funkce umožňují testování hodnoty obsažené v registru X, přičemž pro testování nulou není nutný žádný další paměťový registr. Bezprostředně po instrukci k testu následuje instrukce k podmíněnému skoku (GTO xx), která se uskuteční, je-li výsledek testu kladný; v opačném případě (test je negativní) je instrukce ke skoku automaticky přeskočena a výpočet pokračuje na následujícím kroku. V modu „RUN“ umožňuje, spolu s instrukcí, začít automatický výpočet na zvoleném kroku. To nám dovolí naprogramovat např. výpočty speciálních funkcí, kterých pak využíváme při manuálním výpočtu tak, jako jiných pevně vestavěných funkcí.

Kontrolu programu usnadňují tlačítka:

**SST**

– po krocích vpřed (00 až 49); v modu PRGM „listujeme“ tímto tlačítkem v programu, v modu „RUN“ je jeho funkce obdobná – ve stisknutém stavu zobrazí na displeji instrukci a po uvolnění je tato s vloženými daty provedena.

**BS**

– po krocích zpět (49 až 00); v obou módech umožňuje „listování“ zpět, v modu

„RUN“ však neprobíhá výpočet tak, jako u předchozího tlačítka.

Tab. 1.

Krok	Kód instrukce	Instrukce	X	Y	Z	T	Poznámka	Paměti
00								
01	23 00	STO 0	a <sub>11</sub>					R 0
02	74	R/S	a <sub>11</sub>					a <sub>11</sub>
03	23 01	STO 1	a <sub>12</sub>	a <sub>11</sub>				
04	74	R/S	a <sub>12</sub>	a <sub>11</sub>				
05	23 02	STO 2	a <sub>13</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>11</sub>			R 1
06	74	R/S	a <sub>13</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>11</sub>			a <sub>12</sub>
07	23 03	STO 3	a <sub>21</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>11</sub>		
08	74	R/S	a <sub>21</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>11</sub>		
09	23 04	STO 4	a <sub>22</sub>	a <sub>21</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>12</sub>		R 2
10	74	R/S	a <sub>22</sub>	a <sub>21</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>12</sub>		a <sub>13</sub>
11	23 05	STO 5	a <sub>23</sub>	a <sub>22</sub>	a <sub>21</sub>	a <sub>13</sub>		
12	74	R/S	a <sub>23</sub>	a <sub>22</sub>	a <sub>21</sub>	a <sub>13</sub>		
13	23 06	STO 6	a <sub>31</sub>	a <sub>23</sub>	a <sub>22</sub>	a <sub>21</sub>		R 3
14	74	R/S	a <sub>31</sub>	a <sub>23</sub>	a <sub>22</sub>	a <sub>21</sub>		a <sub>21</sub>
15	23 07	STO 7	a <sub>32</sub>	a <sub>31</sub>	a <sub>23</sub>	a <sub>22</sub>		
16	14 34	f STK	0	0	0	0	nulování STK	
17	74	R/S	(a <sub>33</sub> )	0	0	0		R 4
18	24 00	RCL 0	a <sub>11</sub>	a <sub>33</sub>	0	0		a <sub>22</sub>
19	24 04	RCL 4	a <sub>22</sub>	a <sub>11</sub>	a <sub>33</sub>	0		
20	61	x	a <sub>11</sub> a <sub>22</sub>	a <sub>33</sub>	0	0		
21	24 01	RCL 1	a <sub>12</sub>	a <sub>11</sub> a <sub>22</sub>	a <sub>33</sub>	0		R 5
22	24 03	RCL 3	a <sub>21</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>11</sub> a <sub>22</sub>	a <sub>33</sub>		a <sub>23</sub>
23	61	x	a <sub>12</sub> a <sub>21</sub>	a <sub>11</sub> a <sub>22</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>33</sub>		
24	41	–	M <sub>3</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>11</sub> a <sub>22</sub> – a <sub>12</sub> a <sub>21</sub> = M <sub>3</sub>	
25	61	x	A <sub>3</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>33</sub>	M <sub>3</sub> a <sub>33</sub> = A <sub>3</sub>	R 6
26	24 01	RCL 1	a <sub>12</sub>	A <sub>3</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>33</sub>		a <sub>31</sub>
27	24 05	RCL 5	a <sub>23</sub>	a <sub>12</sub>	A <sub>3</sub>	a <sub>33</sub>		
28	61	x	a <sub>12</sub> a <sub>23</sub>	A <sub>3</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>33</sub>		
29	24 02	RCL 2	a <sub>13</sub>	a <sub>12</sub> a <sub>23</sub>	A <sub>3</sub>	a <sub>33</sub>		R 7
30	24 04	RCL 4	a <sub>22</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>12</sub> a <sub>23</sub>	A <sub>3</sub>		a <sub>32</sub>
31	61	x	a <sub>13</sub> a <sub>22</sub>	a <sub>12</sub> a <sub>23</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>		
32	41	–	M <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	a <sub>12</sub> a <sub>23</sub> – a <sub>13</sub> a <sub>22</sub> = M <sub>1</sub>	
33	24 06	RCL 6	a <sub>31</sub>	M <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>		
34	61	x	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	a <sub>31</sub> M <sub>1</sub> = A <sub>1</sub>	
35	51	+	A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>		

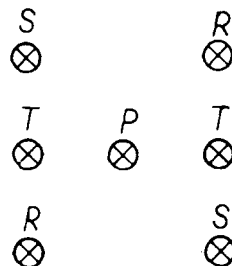
niekoľkokrát zmenší. To nám umožní prístroj napájať z batériei.

Konstruktívne prevedenie prístroja prenechávam na čitateľovu fantáziu. Zmienit sa chcem len o kovovej ploške, ktorá má byť z nekorodujúceho materiálu, prípad-

ne povrchovo upravená. Ak by senzor nechcel spínať z dôvodu nízkeho privá-

Obr. 2. Tabuľka stavov obvodov

počet bodov	svetla žiarovky					stav výstupov		
	B	R	P	T	S	B	C	D
•	1	0	0	0	0	1	0	0
••	0	1	0	0	0	0	1	0
•••	1	1	0	0	0	1	1	0
••••	0	1	1	0	0	0	0	1
•••••	1	1	1	0	0	1	0	1
••••••	0	1	1	1	0	0	0	0



Obr. 3. Rozmiestnenie žiaroviek na kocke

dzaného brumového napätia na plošku, vyvedieme ešte jednu plošku pripojenú na kladný pól zdroja (predbežne vyskúšať).

Žiarovky (popr. LED) sú rozmiestnené podľa obr. 3.

Ivan Juriga (15 let)

$10^{n-1}$  k dosavadnému výsledku a rovněž se vrátím zpět na začátek.

Nyní je zapotřebí stanovit, kdy je výpočet ukončen. Podíváme-li se na postup ručního výpočtu, zjistíme, že je to tehdy, když celá část výsledku dělení je rovna nule (řádek 8.). Protože výsledek dělení zapisujeme vždy hned do paměti, musíme před následujícím dělením zjistit, zda v paměti není již nula. Není-li, výpočet pokračuje dále, je-li v paměti nula, výpočet končí a na displeji se objeví celkový výsledek „vzvednutý“ z paměti, kam jsme ho po dobu výpočtu strádali.

Teď přeložíme takto logicky sestavený program do řeči a možností programovatelného kalkulátoru:

Zadané číslo uložíme do paměti č. 05:

STO 05

Budou se tam postupně ukládat i všechny výsledky dělení, které vždy nahradí předchozí číslo v této paměti.

Zvolíme paměť č. 01 pro vytváření čísla  $10^{n-1}$  a vložíme do ní (viz výše) číslo 0,1: A začíná výpočet – obsah paměti č. 01 (pro vytváření  $10^{n-1}$ ) vynásobíme deseti:

0,1 STO 01

10 \*Prd 01

Zadané číslo, které je uloženo v paměti č. 05, vyjme na displej:

RCL 05

Než budeme počítat, musíme zjistit, zda je jeho celá část rovna nule či nikoli. Celou část oddělíme pokynem:

\*INT

Zda je rovna nule, zjistí kalkulátor po stisknutí tlačítka: (za předpokladu, že obsah registru t=0, je to totéž jako x=0).

\*x = t

V případě, že odpověď zní „ano“, pokračuje kalkulátor ve výpočtu na čísle programového kroku, zapsaném hned za rozhodovací instrukcí x=t. Výpočet by byl ukončen a bylo by zapotřebí vyvolat z paměti výsledek. Protože zatím nevíme, na kterém programovém kroku tuto operaci budeme mít, vynecháme si „okénko“: Zjistí-li kalkulátor, že x≠0, přeskočí toto okénko (i když už je v něm číslo) a pokračuje dál. Na displeji máme stále celou část čísla z paměti č. 05 a potřebujeme ji vydělit dvěma:

: 2 =

Výsledek si nejdříve uložíme zpět do paměti č. 05:

STO 05

a pak zjistíme, je-li výsledek celé číslo. Oddělíme od něj část za desetinnou čárkou:

INV \*INT

a zjistíme, rovná-li se nule: Je-li dělení beze zbytku, je odpověď „ano“, k výsledku připsujeme nulu a to tedy nemusíme dělat a vrátíme se opět na začátek výpočtu, před operací 10 Prd 01, na programový krok č. 007. Není-li dělení beze zbytku, připsujeme k výsledku jedničku a musíme tedy do paměti strádající výsledek (č. 02) přičíst číslo  $10^{n-1}$  z paměti č. 01:

RCL 01  
SUM 02

# PROGRAM NEJSOU ŽÁDNÉ ČÁRY

(aneb převod dekadických čísel na binární a naopak)

Program, programování, počítače, mikroprocesory, to jsou všechno v poslední době velmi frekventovaná slova v našem životě. Běžně je používáme a považujeme to, co reprezentují, za samostatný obor, který zvládá ten, kdo se v něm „vyučil“ a my ostatní smrtelníci samozřejmě nikoli. I když při tom základ programování – logiku, schopnost logicky uvažovat a řadit fakta a skutečnosti – máme přece každý vrozenou. A tak když vezmeme rozum do hrsti a seznámíme se s tím, jak zacházet s kalkulátorem, který máme k dispozici, může programovat každý z nás.

Co mě přimělo k této úvaze. Jsa poměrně čerstvým držitelem programovatelného kalkulátoru TI-58, učím se ve volných chvílích s ním zacházet. Nejlépe tak, že zatím „prověřuji“ programy, které vymyslel někdo jiný. A tak se mi dostal do ruky program pro převod dekadických čísel na binární, což je jistě užitečná pomůcka. Byl navržen pro kalkulátor TI-57, který je sice jednodušší než TI-58, ale má vzhledem k TI-58 i některé přednosti. Program (který je rovněž uveřejněn v této ročence na str. 62) má 42 kroků (na TI-58 to dalo 58 kroků, protože nemá tzv. sdružené instrukce) a výsledky dával „po kouskách“ – zmáčkne se tlačítko, objeví se číslice, zmáčkne se tlačítko, objeví se číslice, a to ještě ne číslice výsledku, ale číslice udávající, na kterém místě výsledku má být „jednička“.

Nelíbilo se mi, že kalkulátor neukáže najednou celý výsledek a že je zapotřebí pořád něco „mačkat“. Řekl jsem si, že program udělám jinak.

Vyšel jsem ze základního postupu, když převádíme dekadické číslo na binární s tužkou a papírem, bez elektroniky. Postupujeme asi takto (např. číslo 156):

- 156:2 = 78, zbytek 0, pišeme tedy 0
- 78:2 = 39, zbytek 0, pišeme 0
- 39:2 = 19, zbytek 1, pišeme 1
- 19:2 = 9, zbytek 1, pišeme 1
- 9:2 = 4, zbytek 1, pišeme 1
- 4:2 = 2, zbytek 0, pišeme 0
- 2:2 = 1, zbytek 0, pišeme 0
- 1:2 = 0, zbytek 1, pišeme 1

To samé teď musím naučit kalkulátor, včetně strádání výsledku tak, aby se na konci celý objevil na displeji.

Nejdříve mě napadlo, jak „strádat“ celý výsledek. Když se podíváte, jak „přibýval“ výsledek při ručním výpočtu (poslední sloupec vpravo), je to vlastně totéž, jako kdybychom k předchozímu mezivýsledku přičítali (dekadicky) vždy buď 10, 100, 1000 atd., podle toho, u kterého řádu jsme a je-li napsaná jednička či nikoli. Celý výsledek tedy dostaneme jako  $\Sigma 10^{n-1}$  z těch míst binárního čísla, kde jsou jedničky. Číslo  $10^{n-1}$  dostaneme tak, že vezmeme číslo 0,1 a před každým krokem výpočtu (před každým řádkem v ručním výpočtu) ho vynásobíme deseti. Pro první řádek potom dostaneme 1, pro druhý 10, pro třetí 100 atd. Toto číslo přičteme k předchozímu mezivýsledku, je-li zbytek dělení nenulový.

A teď jak upravit postup převodu čísel pro kalkulátor. Musí rozlišit dělení beze zbytku a dělení s zbytkem. Výsledkem dělení beze zbytku bude celé číslo, výsledkem dělení s zbytkem bude celé číslo a pět desetin (pětka za desetinnou tečkou). Část čísla za desetinnou tečkou je tedy buď rovna nule a nebo ne, a to kalkulátor „umí“ zjistit testovacím tlačítkem x=t, když (obsah registru) t = 0.

Postup bude tedy následující:

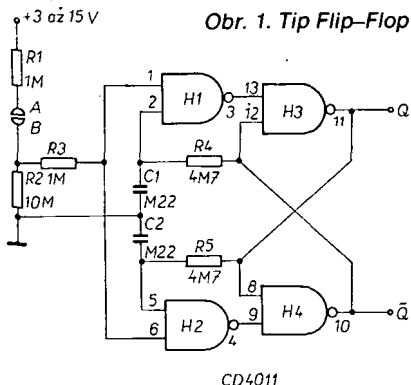
Obsah paměti, do které jsem vložil 0,1 (pro vytváření čísla  $10^{n-1}$ ) vynásobím deseti. Zadané číslo vydělím dvěma a nechám kalkulátor zjistit, zda je výsledek celé číslo či nikoli. Je-li výsledek celé číslo, vrátím se na začátek výpočtu, vynásobím deseti obsah paměti pro vytváření čísla  $10^{n-1}$  atd. Není-li výsledek celé číslo, přičtu stávající obsah paměti s číslem

## Tip Flip – Flop

Pouhým dotykem se mění stav na výstupech Q a Q zapojení na obr. 1. Hradla H3 a H4 tvoří klopny obvod RS, který lze překlápet impulsy na vstupech 9, popř. 13. Spojíme-li prstem kontakty A, B, dostane se na vstupy 1, 6 log.1 (z kladného pólu napájení). Je-li obvod RS v základním stavu ( $Q = 1, \bar{Q} = 0$ ), objeví se na výstupu H2 negativní impuls, který obvod překlápí. Podržíte-li prst déle, než činí časová konstanta obvodu (tj.  $RC = 220 \cdot 10^{-9} \cdot 4,7 \cdot 10^6 \pm 1$  s), funguje obvod jako astabilní multivibrátor s kmitočtem asi 0,5 Hz. Předpokladem funkce jsou hradla MOS (CD4011).

Elektronika 76/79

-ak



Obr. 1. Tip Flip-Flop

CD4011

## Hrací kostka s mikroprocesorem

Na stránkách AR již bylo uveřejněno několik návodů na hrací kostku, s tranzistory, tyristory nebo IO, naposledy s kalkulačkou. Rozhodl jsem se popsat hrací kostku s mikroprocesorem.

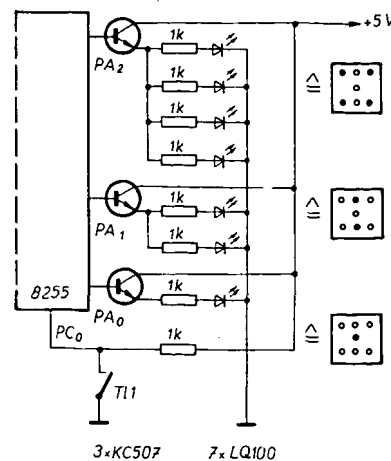
Program (obr. 1) je velmi jednoduchý. Po startu programu se připraví (tzv. inicia-

lizace) obvod 8255 vstupu a výstupu. Čte se stav tlačítka TI1, dokud není vyhodnocen stisk. Pak se do registru B přičítá jednotka. Obsah registru B odpovídá počtu padlých „ok“; protože může být maximálně roven 6, nastavuje se po dosažení čísla 7 znovu na nulu. Na výstupní port A se vyšlou nuly, čímž diody LQ100, viz obr. 2, nejprve zhasnou. Po uvolnění tlačítka TI1 se obsah registru B zapíše na výstupní port A, kde se zobrazí jako počet padlých „ok“ (obr. 2).

Ing. P. Filip, CSc.

Tab. 1. Program pro hrací kostku na 8080

Adresa	Mnemonický kód
00D0	3E 81 D3 EF DB EE E6 01
00C8	C2 C4 00 06 00 04 3E 07
00C0	B8 CA CB 00 DB EE E6 01
00D8	D3 EC CA CD 00 78 D3 EC
00E0	C3 C4:00



Obr. 2. Připojení obvodů kostky k mikroprocesoru

## Elektronická kostka ovládaná senzorem

Aj keď zariadení tohoto druhu bolo už na stránkách AR opísaných dosť, predsa ešte opíšem jedno zaujímavé zapojenie, ktoré som po návrhu vyskúšal v praxi a jeho funkcia bola bezchybná.

Pri návrhu som vychádzal z toho, aby sa v zapojení dal použiť IO MH7493. Miesto klasického tlačítka som zariadenie „okrášlil“ senzorovým spínačom. Dôraz som tiež kládol na to, aby zariadenie nebolo príliš zložitá (alebo drahé).

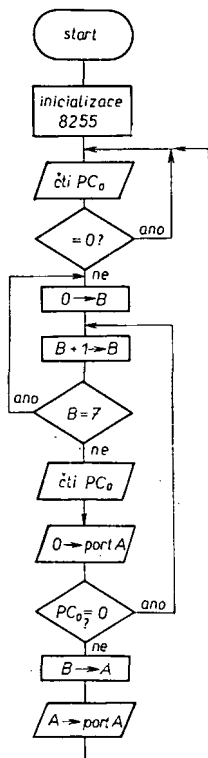
Zapojenie prístroja je na obr. 1 a pracuje podľa tabuľky na obr. 2.

Keď sa dotknete prstom kovovej plošky K, začne IO MH7493 (zapojený ako čítač) počítať impulzy (s frekvenciou asi 100 kHz) z generátora zloženého z hradieľ

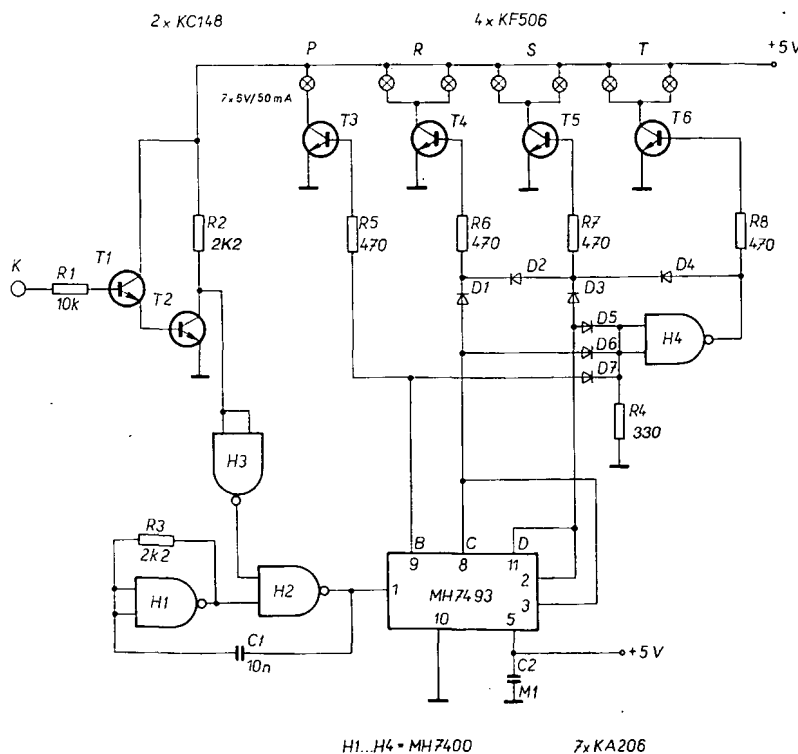
H1 a H2 IO MH7400. Po každom piatom impulze sa čítač vynuluje a počítanie začína znova. Po oddialení prstu z plošky sa počítanie okamžite zastaví a na výstupech čítača sa objaví určitá kombinácia stavov zodpovedajúca číslam 0 až 5. Tieto stavy sa dekodujú v diódovej matici a tranzistory zopnú príslušné žiarovky, ktoré sú rozmiestnené ako body na klasickí hracej kostke.

Veľká frekvencia znemožňuje ovplyvňovanie výsledku napr. krátkym dotykem, pretože aj najrýchlejšia reakcia človeka je dlhšia ako perióda kmitu generátora.

Miesto tranzistorov so žiarovkami možno s výhodou použiť luminiscenčné diody (LED). Odber prúdu zo zdroja sa tým



Obr. 1. Program na hrací kostku



Obr. 1. Schéma elektronickej kostky

ně propojení chránit (např. deskou z UMAPLEXU).

## Zapojení

Schéma zapojení hry COMP je na obr. 2 a schéma ovládacího panelu na obr. 3. Zapojení lze rozdělit do následujících částí: PŘEVODNÍK (převádí kód 1 z 8 na binární), VSTUPNÍ PAMĚŤ (pamatuje si poslední číslo nastavené číslicovou klávesnicí, monostabilní obvody MON 1 až MON 3 (řídí nahrávání čísel do paměti a řídí hodiny), ŘÍZENÉ HODINY (generují při každém nahrání čísla 15 hodinových impulsů, které řídí paměť a posuvný registr), PAMĚŤ (je v ní uloženo hledané číslo, které se posouvá při čtyřech testovaných číslicích o 4 × 15 bitů), KOMPARÁTOR (porovnává každé nové číslo s čísly uloženými v paměti), POSUVNÝ REGISTR a PŘEDNASTAVENÍ 1 (v přednastavení uložená log. 1 se po příchodu hodinových impulsů posouvá posuvným registrem a řídí testování výstupu komparátoru v požadovaném okamžiku), VYBĚR TESTŮ (pouští impulsy do výstupních registrů, je-li komparátor aktivní při současném testování posuvným registrem), REGISTRY ČÍSEL a POŘADÍ (pamatují si počet uhodnutých čísel a pořadí, ČÍTAČ (je tvořen čítačem do 5 a do 2, čítač do 5 počítá počet testovaných číslic a při čtvrté číslici oblokuje přes spínací tranzistor indikátor na ovládacím panelu, čítač do 2 uvolňuje a signalizuje nastavení).

Ovládací panel obsluhuje číselnou klávesnici, indikátor nulování a nastavení, indikátor počtu uhodnutých číslic a jejich pořadí, tlačítka nulování a nastavení.

Cinnost elektronické hry COMP si vysvětlíme podle schématu (obr. 2 a 3). Po připojení napájení +5 V do zdířek na ovládacím panelu se hra sama vynuluje.

## Nulování

Kromě nulování po zapnutí se nuluje tlačítkem „nulování“. Tím se nuluje ČÍTAČ, klopný obvod D ve VYBĚRU TESTŮ, REGISTRY ČÍSEL a POŘADÍ, POSUVNÝ REGISTR, ŘÍZENÉ HODINY a nastavuje se PŘEDNASTAVENÍ 1. Nulujeme po každém testování. Nejdříve je třeba nastavit do PAMĚTI číslo, které budeme hledat.

## Nastavení

1. Sepneme tlačítko nastavení. Tím se inkrementuje ČÍTAČ do 2, signalizuje nastavení, nuluje se PAMĚŤ a odblokuje se její nastavení.
2. Vybere se první číslice tlačítkem, převede se PŘEVODNÍKEM do binárního kódu a přes vstup START se nahraje do VSTUPNÍ PAMĚTI. Současně MON 1 vytvoří jeden kladný impuls, od jehož náběžné hrany se v MON 2 vytvoří krátký záporný impuls (asi 50 ns). Jeho sestupná hrana nastaví 1. číslici do PAMĚTI a vzestupná spustí přes MON 3 ŘÍZENÉ HODINY.
3. Hodinové impulsy posouvají informaci v PAMĚTI REGISTRU a POSUVNÉM REGISTRU o 15 bitů vzad. Náběžnou hranou 15. impulsu jsou z výstupu POSUVNÉHO REGISTRU zastaveny HODINY, nulován POSUV. REGISTR a nastaveno PŘEDNASTAVENÍ 1.

4. Při každém třetím hodinovém impulsu je aktivní VYBĚR TESTU číslic a při 12. impulsu VYBĚR TESTU pořadí.
5. Při 15. impulsu se inkrementuje ČÍTAČ do 5.
6. Stav PAMĚTI po přečtení 1. číslice a 15 hodinových impulsů je na obr. 4a.
7. Vybereme 2. číslici, tím se opakují body 2 až 5. Stav PAMĚTI po přečtení 2. číslice a 15 hod. impulsů je na obr. 4b.
8. Stejně po 3. a 4. číslici, viz obr. 4c, 4d.
9. Protože při funkci nastavení porovnáváme vždy číslici uloženou do PAMĚTI s číslici ve VSTUPNÍ PAMĚTI, je KOMPARÁTOR vždy při výběru testu aktivní. Současně čítač do 5 dopočítá podle bodu 5. do 4. Přes T1 je zajištěna indikace 4 uhodnutých číslic a 4 uhodnutých pořadí.
10. Funkci nastavení zrušíme tlačítkem nulování. Dále již lze číslice v PAMĚTI hledat postupným testováním různých čísel.

## Testování

1. Číslicovou klávesnicí nahrajeme čtyři číslice. Ty se vždy porovnávají v KOMPARÁTORU s číslicemi uloženými v PAMĚTI, viz body 2 až 8 v odst. Nastavení.
2. Do REGISTRU POŘADÍ se log. 1 zapíše tehdy, když je při každém hodinovém impulsu výstup KOMPARÁTORU aktivní, tj. log. 1. DO REGISTRU ČÍSEL se log. 1 zapíše tehdy, když při každém 3. hod. impulsu je, v rámci jednoho testovaného čísla, výstup KOMPARÁTORU aktivní.
3. Každá testovaná číslice vyvolá (stejně jako při nastavování) 15 hodinových impulsů. Každý 15. impuls opět zastavuje hodiny, nuluje POSUVNÝ REGISTR, nastavuje PŘEDNASTAVENÍ 1 a inkrementuje ČÍTAČ do 5.
4. Při 4. testované číslici je otevřen T1, čímž se připojí katody diod LED na zem a je signalizován počet uhodnutých číslic a pořadí.
5. Po nahrání 4. číslice je rovněž přes ČÍTAČ blokováno další testování až do vynulování.

## Konstrukční řešení

Uspořádání celé hry je zřejmé z obr. 5. Rozmístění součástek na desce ukazuje obr. 7. Protože se jedná o zkrácenou univerzální desku s původně 7 řadami IO, je značení IO uvedeno až od řady 3. Blokovací kondenzátory C14 až C18 jsou zapojeny tak, že každý blokuje sloupec čtyř IO. Blokovací kondenzátory C11 až C13 jsou umístěny co nejbližší k příslušnému IO. Napájení jednotlivých IO je patrné z tabulky 1. Kondenzátory C9 a C10 jsou použity k vyloučení hazardních stavů.

## Závěr

Elektronickou hru je možno zhotovit i na jiných principech. Zde použité řešení nemusí být nejlepší. Celá hra je zhotovena jako funkční vzorek a proto pro ni nebyl zhotoven plošný spoj. S tím si šikovný konstruktér jistě poradí sám, nebo univerzální desku „zadrátuje“, případně použije moje řešení.

Tab. 1. Vývody napájení IO

Typ	+5 V	0 V	Typ	+5 V	0 V
MH7400	14	7	MH7475	5	12
MH7404	14	7	UCY7486	14	7
MH7410	14	7	MH7490	5	10
MH7420	14	7	MH7496	5	12
MH7474	14	7	MH74164	14	7

K oživení hry stačí logická sonda s monostabilním obvodem, který prodlužuje krátké impulsy na impulsy dlouhé (člověkem registrovatelné) a jednoduchý čítač do 15 např. z IO MH7493. Pokud by nepracovaly monostabilní obvody, byl by potřebný osciloskop a generátor impulsů. Při pečlivé práci však obvody pracují spolehlivě.

Celá hra i její různé herní varianty byly ověřeny mnoha hráči a výsledky napovídají, že i bez dalších doplňkových obvodů je hra zcela spolehlivá a může poskytnout příjemnou společenskou zábavu.

## Seznam součástek

Odpory (miniaturní, např. typ TR 191, 151, 112a)

R1 až R6	470 Ω	6 ks
R7, R11	100 Ω	2 ks
R8	270 Ω	1 ks
R13	390 Ω	1 ks
R18	560 Ω	1 ks
R16, R17	680 Ω	2 ks
R12, R19	1 kΩ	2 ks
R14, R15	3,3 kΩ	2 ks
R9, R10	5,6 kΩ	2 ks

Kondenzátory (miniaturní, keramické např. TK 754, 774, 794, 724, 744, 783, 755, 775, 795, 725, 745).

C1, C3, C6, C7, C9	1 nF	5 ks
C2, C4, C5	15 nF	3 ks
C10	47 nF	1 ks
C11 až C13	68 nF	3 ks

Kondenzátory elektrolytické (miniaturní min. na 6 V, např. TE 181 – 993, TC 972 – 979).

C8	2 μF	1 ks
C14 až C18	10 μF	5 ks

Diody a tranzistor

D1 až D7	GA201	7 ks
T1	KSY62 B	1 ks

Integrované obvody (TTL)

IO3C, 4C, 5C, 6A	MH7400	4 ks
IO6C, 6D	MH7404	2 ks
IO3E	MH7410	1 ks
IO5E, 6E	MH7420	2 ks
IO3D, 4D, 5A	MH7474	3 ks
IO4E	MH7475	1 ks
IO6B	UCY7486	1 ks
IO3B	MH7490	1 ks
IO4B, 5B	MH7496	2 ks
IO3A, 4A, 5D	MH74164	3 ks

## Seznam součástek ovládacího panelu

Odpory (miniaturní např. typ TR 191, 151, 112a)

R1 až R8	82 Ω	8 ks
R9, R10	220 Ω	2 ks

Diody

D1 až D10	LQ100	10 ks
-----------	-------	-------

D11	KY132/80	1 ks
D12	KA206	1 ks

Mikrospínače

T11 až T110	WK55900	10 ks
-------------	---------	-------

Kondenzátor elektrolytický (typ jako na plošném spoji)

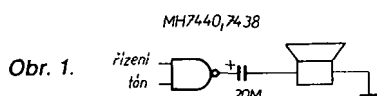
C1	20 μF/6 V	1 ks
----	-----------	------

## Akustické návěští u přístrojů s číslicovými IO

U přístrojů, určených k bezprostřední spolupráci s člověkem, může být požadováno akustické návěští určitého stavu. Příkladem pro to mohou být některé moderní programovatelné kalkulátory, které mívají možnost naprogramovat „pípnutí“ (beep).

Pokud postačuje malá akustická intenzita návěští, lze v konstrukcích s číslicovými integrovanými obvody uvedený problém vyřešit velmi snadno. Jako akustický měnič vyhoví libovolný reproduktor o impedanci od 4 do 100  $\Omega$ , lze použít též vložku typu 2 FK 661 00, používanou například v radiotelefonech TESLA. Běžná sluchátková telefonní vložka však pro tento účel vhodná není.

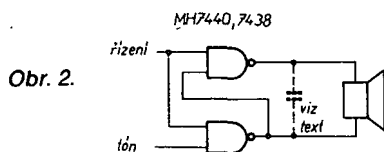
Reproduktor bude napájen z výstupu výkonového hradla (MH7440, MH7438) obdobně, jako se připojují reproduktory ke koncovým stupňům zesilovačů. Zapojení je na obr. 1. Kapacitu vazebního



Obr. 1.

kondenzátoru volíme asi 20  $\mu\text{F}$  nebo více, její změnou se poněkud mění barva tónu.

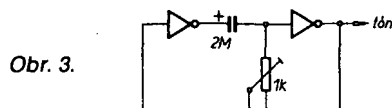
Pokud v přístrojích zůstávají dvě volná výkonová hradla, lze vypustit i kondenzátor a napodobit můstkové zapojení ní zesilovačů podle obr. 2. První hradlo



Obr. 2.

slouží jako koncový stupeň a zároveň invertor signálu pro druhé hradlo. Jestliže je řídicí vstup na úrovni L, přejdou výstupy obou hradel do stavu H a reproduktorem neteče proud. U tohoto zapojení není třeba mít obavy z přetížení hradel ani při zkratu mezi oběma výstupy, protože zkratový proud  $I_{\text{ss}}$  těchto hradel bývá asi 50 mA, což též odpovídá povolenému logickému zisku 30.

V zapojení podle obr. 2 může mít někdy reprodukováný tón nepříjemně zabarven. Tento nedostatek lze odstranit tak, že mezi výstupy obou hradel připojíme kondenzátor 100 až 1000 pF, jak je čárkovaně naznačeno.



Obr. 3.

Jako zdroj akustického signálu může výhodně posloužit například časová základna přístroje s kmitočtem asi 1 kHz. Není-li takový signál k dispozici, postačí mnohdy i jednoduchý oscilátor se dvěma invertory podle obr. 3. Trimrem lze kmitočet oscilátoru v určitém rozsahu měnit.

Michal Kováčik

# ELEKTRONICKÉ HRY a PROGRAMOVATELNÉ KALKULÁTORY

## ELEKTRONICKÁ HRA COMP

Ing. Josef Kratochvíl, ing. Stanislav Beneš

V poslední době bylo v AR publikováno několik elektronických her, které vyrábějí různé zahraniční firmy. Mezi nimi byla popsána i hra COMP IV. Hra spočívala v tom, že hráč hledal tří, čtyř nebo pětímístné číslo uložené v paměti a indikátor mu odpovídal, kolik uhodl čísel a kolik pořadí.

Elektronické obvody, použité v COMP IV, nejsou na našem trhu dostupné a proto jsem přistoupil k řešení celé hry na úplně jiném principu. Navržená hra má proti původní hře některá zjednodušení, která se příznivě promítla do ceny součástek, aniž utrpěla na přitažlivosti.

### Princip hry COMP

Na číselné klávesnici se po stisknutí tlačítka „Nahrávání“ nahraje do paměti elektroniky libovolné čtyřmístné číslo (z číslic 0 až 7). Tím se rozsvítí 4 diody LED, označující počet uhodnutých čísel a 4 diody, označující počet uhodnutých pořadí. Vynulováním se zruší signalizace. Hráč hledající číslo uložené do paměti sleduje údaje na indikátoru, které se objeví vždy po čtyřech číslicích zvolených na klávesnici a výsledky si zapisuje. Postupným porovnáváním jednotlivých výsledků se dopracuje k hledanému číslu. To se projeví opětovným rozsvícením dvou čtveřic diod LED na indikátoru. Různá herní strategie a velmi pěkný návod k použití byly popsány v AR při publikaci COMP IV.

COMP se liší od svého předchůdce COMP IV především tím, že si nevolí sám hledané číslo, ale musí je zvolit jiná osoba nebo protivráč. Dále nelze volit tří nebo pětímístná čísla, ale pouze čtyřmístná, a to pouze z číslic 0 až 7.

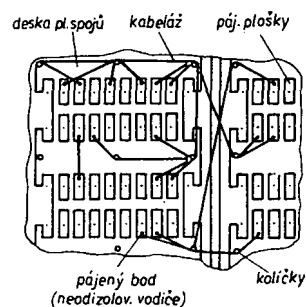
### Konstrukce hry COMP

Celá hra je sestavena z dvaceti integrovaných obvodů TTL SSI a LSI, jednoho spínacího tranzistoru, 9 diod, 10 diod LED, 10 mikrospínačů a z několika odporů a kondenzátorů. IO a většina dalších součástek, kromě diod LED a mikrospínačů, jsou umístěny na univerzální desce s plošnými spoji (např. obr. 8), která umožňuje připojení 14 i 16 vývodových IO v pouzdrech DIL. Deska je přes konektor (libovolný konektor pro plošné spoje s min. 24 vývody) propojena s ovládacím panelem, na němž jsou všechny ovládací prvky (tlačítko nulování, nahrávání, tlačítko číselné klávesnice), indikátor počtu uhodnutých čísel a jejich pořadí, indikace nulování a nastavení a zdířky pro napájení.

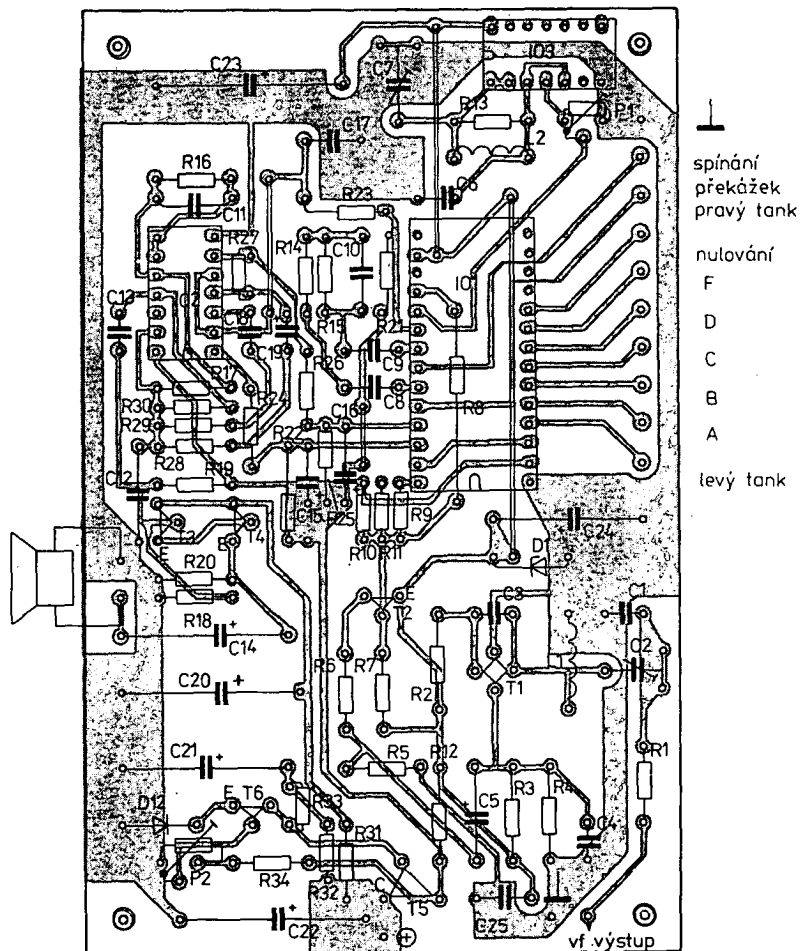
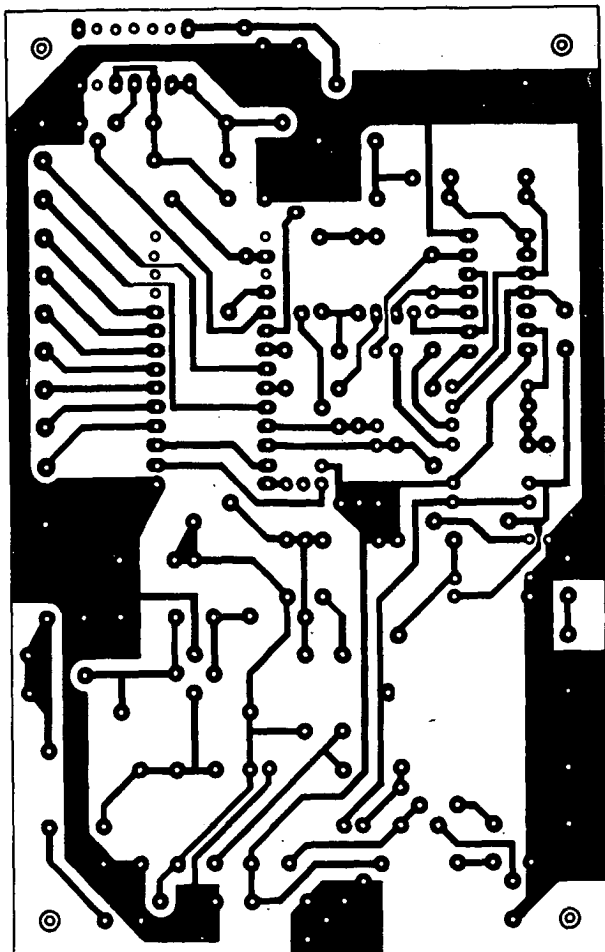
Za povšimnutí stojí především způsob propojení součástek. Při zapojování jsem

využil technologie EMAFIL, kterou vyvinula francouzská firma Languepin a vystavovala ji na výstavě Welding v Brně v roce 1978. Na desce COMP byla technologie aplikována v poněkud upravené a amatérům přístupnější formě. Princip spočívá v tom, že se všechny součástky zapájejí do univerzální desky. V bodech vyznačených na obr. 1 se vyvrtají otvory pro kolíčky (kolíčky z drátu o  $\varnothing$  asi 1 mm), kolem nichž se vedou vodiče. Používají se vodiče pro vinutí transformátorů se samopájitelným lakem. Průměr vodičů je 0,15 až 0,2 mm a jejich označení je LCUA (dříve CuU). Je vhodné si ze schématu vypsát nejdříve všechna propojení a ta pak na jednu provést. Pájej se pistolovou nebo jinou páječkou (75 W) bez přidávání tavidla. Pájení doporučuji napřed odzkoušet a do zapojování se dát až po získání určité praxe.

V pistolové páječce se za dobu zapojení desky zničí 3 pájecí smyčky. Přesto však je tato metoda velmi výhodná zejména pro svou rychlost (deska COMP byla zapojena za necelých 6 hodin – „zadrátování“ by trvalo několikrát déle) a jednoduchost. Pohled na zapojenou desku ze strany spojů je na obr. 6. Po oživení je výhodné dráty zpevnit lakem a odstranit kolíčky. Aby nemohlo dojít k poškození izolace vodičů, je výhodné desku na stra-



Obr. 1. Způsob zapojení systémem EMAFIL



**Obr. 13a. Obrazec plošných spojů P318 k zapojení podle obr. 12**

**Obr. 13b. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji P318**

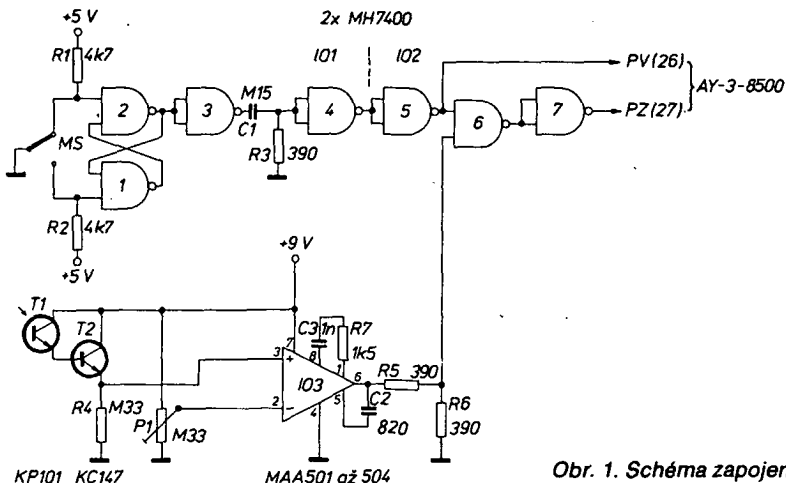
i multiplexery. Jednostranný plošný spoj pak má velký počet drátových propojek, takže jeho osazení trvá přibližně týden. Protože je dnes vytvořena celá řada speci-

álních a cenově dostupnějších IO pro televizní hry, nemohou jim již podobná složitá zapojení konkurovat a proto ani návod na autodráhu neuvádím.

V závěru se omlouvám všem, kterým jsem pro jejich obrovský počet nemohl odpovědět na dotazy ohledně rozšíření televizních her.

# SVETELNÁ PIŠTOLA

**Ing. Voska Jozef**

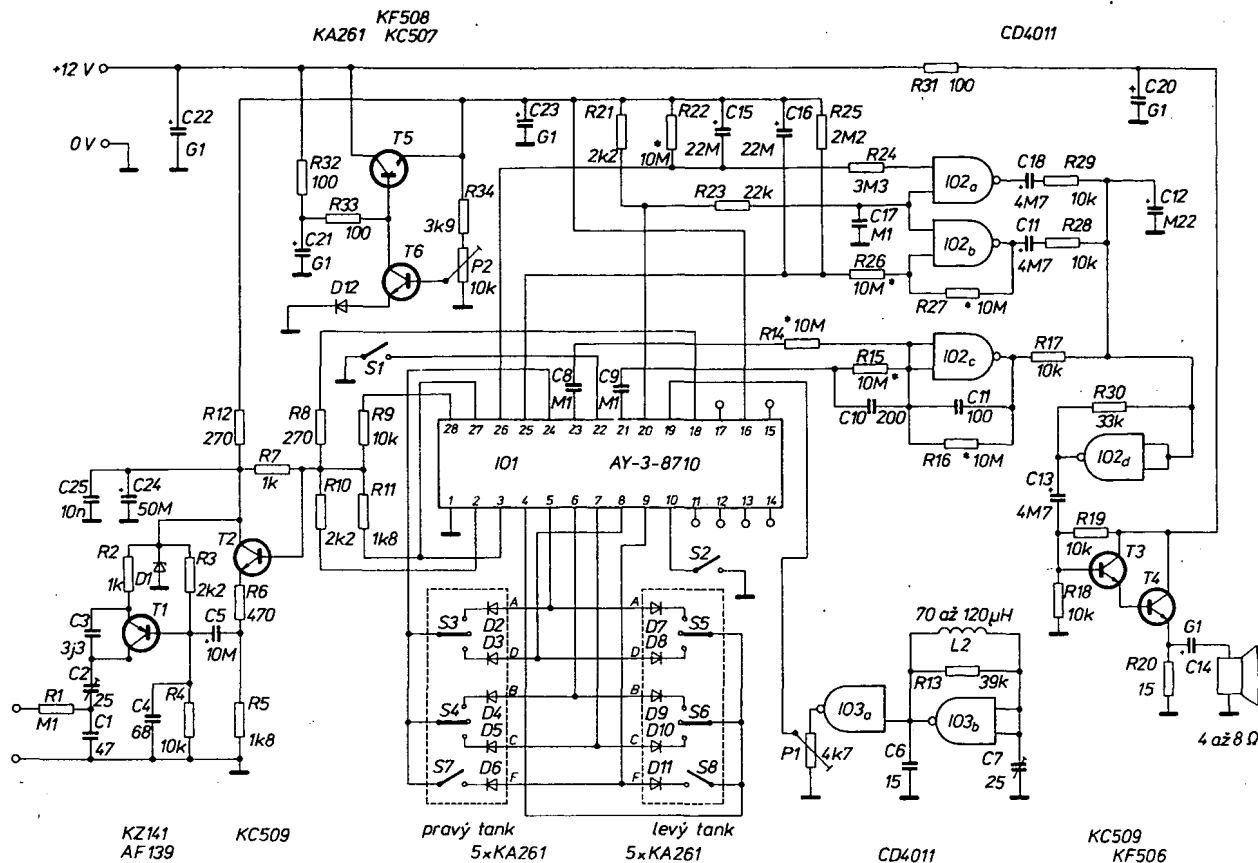


V predložných číslach AR boli uverejnené dve pištole na princípe snímania svetelného bodu. Týmto článkom by som chcel naviazať a predložiť návrh na zhotovenie svetelnej pištole k populárnemu obvodu AY-3-8500.

V podstate AY-3-8500 okrem generovania svetelného bodu na obrazovke tu plní funkciu počítadla výstrelů a zásahů, ako aj zvukového generátora pre indikáciu zásahu.

Po vynulovaní a štarte sa po obrazovke pohybuje svietiaci bod. Strieľajúci má 15 výstrelov. Po poslednom výstrele sa objaví na obrazovke číselne počet výstrelů (15) a počet zásahů. Elektrická schéma je na obr. 1. Mikrosčinač (MS) ovládaný spúšťou preklopí obvod z hradieľ 1, 2. Hradlá 3, 4 vyrobia krátky impulz a po invertovaní v 5 je impulz privedený na vývod 26 obvodu AY a na hradlo 6. Sem tiež prichádza (v prípade zásahu) log. 1 zo zosiľovača. Po invertovaní hradlom 7 je impulz privedený na vývod 2710.

Na snímanie svetla pohybujuceho sa bodu je použitý tranzistor KP101 (T1) a KC147 (T2) ako Darlingtonova dvojica (ak je málo citlivá, možno ešte pridať KC147). Pre získanie „ostrej“ rozlišovacej



Obr. 12. Zapojení tankové hry

16× zasáhnout protivníka, přičemž se počítá i najetí na minu.

Zapojení je na obr. 12, obrazec plošných spojů a rozložení součástek na obr. 13a, b. Pro osazování desky platí, co bylo již řečeno v předchozím odstavci. Integrované obvody umístíme do objímek a odpory i kondenzátory před osazením pečlivě prohlédneme a podle možností změříme. Vyvarujeme se tak pozdějších nepříjemných zásahů do poměrně hustě osazené desky. Pokud možno pájíme minipáječkou (odporovou) a ne transformátorovou páječkou, která se snadno přehřeje a tenký plošný spoj se pak uvolní.

Cívkou L2 či kondenzátorem C7 nastavíme kmitočet 4,0909 MHz. Potenciometrem P1 nastavíme amplitudu v mezích 3 až 3,2 V. Stabilizované napětí nastavíme trimrem P2 na 8 V. Jinak jsou nastavovací práce nekomplikované a obdobné jako u předchozích her.

#### Zapojení vývodů AY-3-8710:

1. —
2. výstup pozadí
3. výstup zatemnění
4. vstup levý tank
5. vstup A
6. vstup B
7. vstup C
8. vstup D
9. vstup F
10. nulování
11. NC
12. NC
13. NC
14. NC
15. NC
16. +
17. barevná složka
18. synchronizace
19. řídicí kmitočet 4,0909 MHz

20. zvuk střelby a exploze
21. zvuk motoru levého tanku
22. spínání překážek
23. zvuk motoru pravého tanku
24. vstup pravý tank
25. výstup střelby
26. výstup exploze
27. výstup pravý tank
28. výstup levý tank

#### Seznam součástek k obr. 12

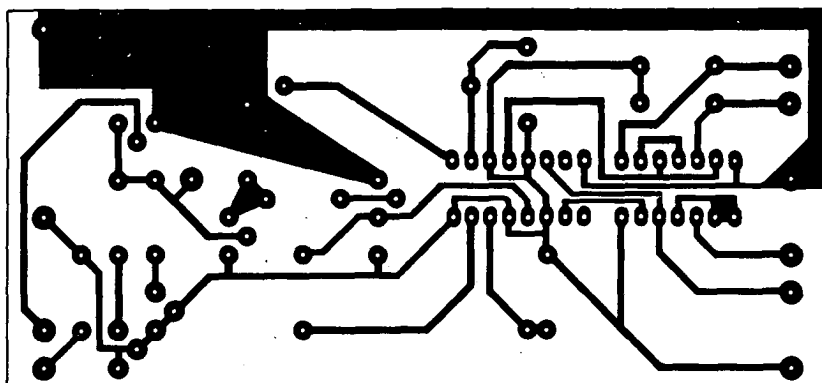
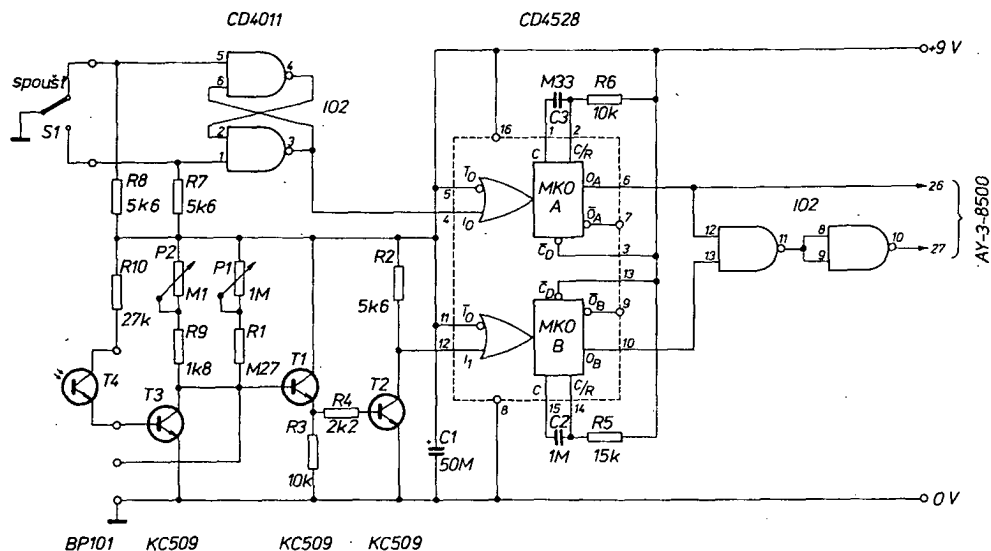
R1	TR 151, 0,1 MΩ
R2	1 kΩ
R3	2,2 kΩ
R4	10 kΩ
R5	1,8 kΩ
R6	470 Ω
R7	1 kΩ
R8	270 Ω
R9	10 kΩ
R10	2,2 kΩ
R11	1,8 kΩ
R12	270 Ω
R13	38 kΩ
R14	2 ks TR 152 v sérii, 5,1 MΩ
R15	2 ks TR 152 v sérii, 5,1 MΩ
R16	5,1 MΩ
R17 až R19	TR 151, 10 kΩ
R20	15 Ω
R21	2,2 kΩ
R22	2 ks TR 152 v sérii, 5,1 MΩ
R23	TR 151, 22 kΩ
R24	3,3 MΩ
R25	2,2 MΩ
R26	2 ks TR 152 v sérii, 5,1 MΩ
R27	2 ks TR 152 v sérii, 5,1 MΩ
R28, R29	TR 151, 10 kΩ
R30	33 kΩ
R31 až R33	100 Ω
R34	3,9 kΩ
C1	TK 755, 47 pF
C2	WN 70424, 25 pF (trimr)
C3	TK 755, 3,3 pF
C4	TK 755, 68 pF
C5	TE 122, 10 μF

C6	TK 755, 15 pF
C7	WN 70424, 25 pF (trimr)
C8, C9	TK 782, 0,1 μF
C10	TK 795, 200 pF
C11	TK 795, 100 pF
C12	TE 125, 0,22 μF
C13	TE 121, 4,7 μF
C14	TE 981, 100 μF
C15, C16	TE 122, 22 μF
C17	TK 782, 0,1 μF
C18, C19	TE 121, 4,7 μF
C20, C22	TE 984, 100 μF
C21, C23	TE 981, 100 μF
C24	TE 981, 50 μF
C25	TK 782, 10 nF
P1	TP 008, 4,7 kΩ
P2	TP 008, 10 kΩ
L1	4 závitů CuL drátu Ø 1 mm samonosné na Ø 6 mm
L2	70 až 120 μH
T1	AF139 (GF507)
T2, T3	KC509
T4	KF506
T5	KF508
T6	KC509
IO1	AY-3-8710
IO2, IO3	CD4011

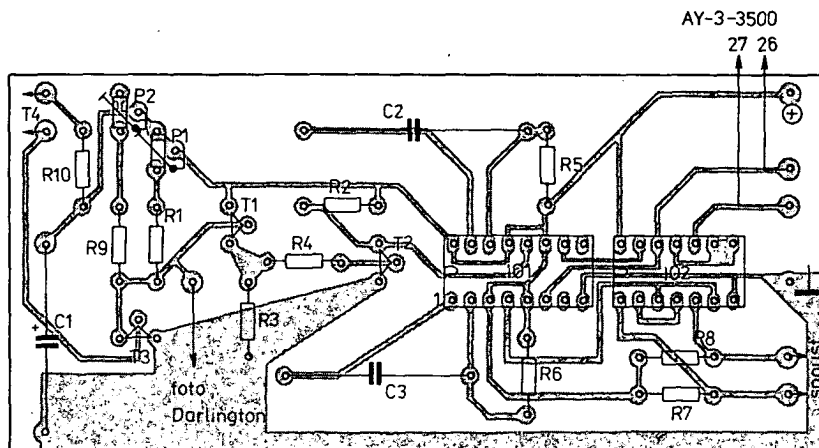
#### 5. AUTODRÁHA A DALŠÍ DOPLŇKY

Ve svém původním článku, kde jsem popsal stavbu televizních her s IO AY-3-8500, jsem se zmínil též o možnosti využít tento IO pro další hry, jako např. autodráhu. Při podobných doplňcích jde vždy o to, využít z původního IO synchronizační směr a počítání. Proto přepneme na střílecké hry s ručním vhozením a vše ostatní musíme již dodat zvenku. Protože je nutno již všechno vytvořit klasickými IO, vychází zapojení nesmírně komplikované a práce na dnešní dobu není úměrná výsledku. Tak třeba zapojení autodráhy obsahuje 25 IO TTL, mezi tím

Obr. 6. Zapojení  
střeleckých her



Obr. 7b. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji P316



Obr. 7a. Obrazec plošných spojů P316 k zapojení podle obr. 6

tón. Během střelby se bodový zisk neukazuje, aby byla vyloučena možnost zásahu čísla. Po 15 výstřelech se objeví stav výstřely-zásahy.

#### Seznam součástek k obr. 7.

R1	TR 151, 0,27 MΩ
R2	5,6 kΩ
R3	10 kΩ
R4	2,2 kΩ
R5	15 kΩ
R6	10 kΩ
R7	5,6 kΩ
R8	5,6 kΩ
R9	1,8 kΩ
R10	27 kΩ
P1, P2	TP008, 1 MΩ
C1	TE 984, 50 μF
C2	TC 180, 1 μF
C3	TC 180, 0,33 μF
T1, T2, T3	KC509
T4	fototranzistor (viz text)
IO1	CD4528 (4098)
IO2	CD4011
S1	tláčátkový mikrospínač WK55900

### 3. TELEVIZNÍ HRY S IO AY-3-8610

Tento obvod vychází z osvědčeného AY-3-8500 a umožňuje jednak pohyb hráčů všemi směry po celém hřišti, jednak mimo převzaté 4 základní hry – tenis, soccer, squash a pelotu – obsahuje dalších šest her: hokej, gridbal (podobný známé mechanické kopané), basketbal pro dva a pro jednoho hráče a dvě odlišné střelecké hry (obr. 8).

Při hokeji je výhodné, že se hraje po celém hřišti i za brankou. Hra tím získává nejen na obtížnosti, ale i na dynamičnosti. V gridbalu ovládáme svislý pohyb vždy tři řad s prostupy a snažíme se odrazit o vlastní řady přimět míč k průniku řadami protivníka ven z hřiště. Basketbal je nejtěžší hra. Přesvědčíme se o tom snadno tím, že si jej zahrájeme bez protivníka. I když nám nikdo nepřekáží, je dost obtížné dopravit míč do koše. Střelecké hry, na rozdíl od her v AY-3-8500, nepotřebují k použití pušku. Každý hráč má k dispozici na hřišti jako mířidlo křížek, kterým pronásleduje světelný bod. V okamžiku doteku bodu s křížkem stiskne tlačítko. Při zásahu vždy bod zmizí. Proto je ve výhodě hráč pohotovější.

světelný bod se zmáčknutou spouští – obvod reaguje jen na náběžnou hranu.

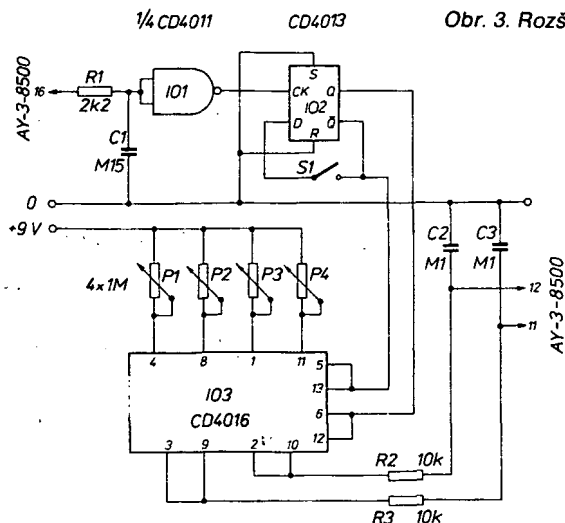
Deska s plošnými spoji včetně rozložení součástí je na obr. 7a, b. Pozornost musíme věnovat integrovaným obvodům typu CMOS, které jsou choulostivé na napěťové impulsy a proto je dáváme až na konec a do objímek. Po jejich umístění už zásadně nic nepájíme. Celé zařízení by bylo sice možné realizovat s obvody TTL, ale vzhledem k odběru a napájecímu napětí by byl zapotřebí další napájecí zdroj a přizpůsobení napěťových úrovní

tranzistorů. (Oba IO stojí v NSR dohromady asi 3 DM.)

Po sestavení a připojení fotopušky měříme Avometem II napětí na kolektoru T2. Zamíříme-li puškou na rozsvícenou obrazovku, musí voltmetr ukázat plné napájecí napětí. Zhasne-li obrazovka, musí být napětí nulové. Nastavujeme trimrem P1. Při použití fototranzistoru nastavíme vhodnou citlivost fotoprku trimrem P2.

Na počátku hry vynulujeme. Pušku zamíříme na světelný bod a stiskneme spoušť. Při zásahu zazní z reproduktoru

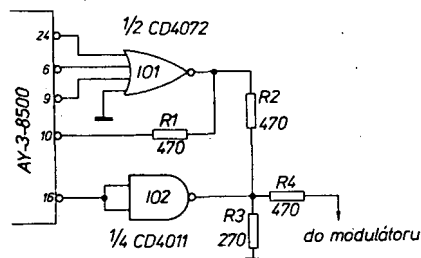




Obr. 3. Rozšíření TV tenisu pro 4 hráče

hry již neuvádím a odkazuji na AR A4/78. Slíbený doplněk pro střelbu uvádím v samostatném odstavci. Hra se dá vylepšit ještě několika doplňky. Tenis se dá např. rozšířit na 4 hráče. Zapojení uvádím pro případné zájemce na obr. 3. Z každého z původních hráčů vlastně jednoduchým způsobem „vyrobíme“ dva. Potenciometry P1 a P2 ovládáme levé hráče, P3 a P4 pravé.

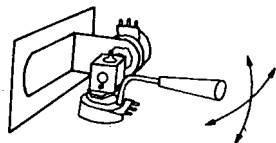
Pro lepší rozlišitelnost hráčů, zvláště při squashi a socceru, je možno hráče barevně rozlišit – na sedém pozadí se pohybují černí a bílí hráči. Zapojení pro tuto modifikaci je na obr. 4.



Obr. 4. Rozlišení hráčů odstínem

Pohyb hráče mimo svislý směr též směrem vodorovným umožňuje odvozený obvod AY-3-8550. Celkové zapojení neuvádím, protože je až na maličkosti identické s původním. Spojením původně nezapojeného vývodu 1 na zem se zapíná vodorovné ovládání. Levý hráč má „vodorovný“ potenciometr připojen na vývod 14 pravý na vývod 15, všechny potenciometry pro pohyb (i svislé) mají oproti původnímu 1 MΩ odpor 0,1 MΩ. Konečně vývod 28 je připojen ke společnému vstupu modulatoru přes odpor 22 kΩ.

Pro snadnější ovládání hráčů je účelné svázat potenciometry pro vodorovný a svislý pohyb do jednoho ovládacího prvku. Je to možné například jednoduchým způsobem podle náčrtku na obr. 5.



Obr. 5. Možný způsob společného ovládacího potenciometru

Spojení mezi potenciometry obstarává provrtná kostka z duralu nebo i novoduru. Je vhodné užít co nejmenší typy potenciometrů, aby ovládací skříňka nebyla příliš velká. Je rovněž nutno si uvědomit, že při spojení obou potenciometrů využijeme z úhlové dráhy 290° sotva třetinu. Proto je nutné volit třikrát větší odpor potenciometru oproti hodnotě ve schématu, tedy např. místo 0,1 MΩ vyráběných 0,25 MΩ. Střední polohu upravíme základním natočením potenciometrů před připevněním. Zručnější amatér si může pomoci několika drátových pružin vyrobít mechanismus, který automaticky vrací ovládací páčku do střední polohy.

#### Zapojení vývodů AY-3-8500 (8550):

1. NC (vodorovný pohyb)
2. +
3. výstup zvuku
4. -
5. úhel odrazu
6. výstup míče
7. rychlost míče
8. ruční servis
9. výstup pravý hráč
10. výstup levý hráč
11. řízení pravého hráče (svisle)
12. řízení levého hráče (svisle)
13. velikost hráčů
14. NC (řízení pravého hráče vodorovně)
15. NC (řízení levého hráče vodorovně)
16. výstup synchronizace
17. vstup řídicího kmitočtu 2,045 MHz
18. střelba 1
19. střelba 2
20. tenis
21. soccer
22. squash
23. pelota
24. výstup skóre a pole
25. nuloání
26. počítání výstřelů
27. počítání zásahů
28. NC (obrazová složka výstup)

#### Seznam součástek k obr. 1.

R1	TR 151, 120 Ω
R2	15 kΩ
R4	3,9 kΩ
R5, R6	22 kΩ
R7	1 kΩ
R8	2,2 kΩ
R9	10 kΩ
R10	15 kΩ
R11	1 kΩ
R12	470 Ω
R13	0,1 MΩ
R14	33 kΩ
R15 až R18	22 kΩ
P1, P2	TP 280, 0,25 MΩ/N

C1 až C3	TK 782, 0,15 μF
C4	TK 782, 10 nF
C5	TE 122, 10 μF
C6	TK 795, 68 pF
C7	TK 782, 10 nF
C8	TE 984, 50 μF
C9	TK 795, 68 pF
C10	WN 704 19 (trimr)
C11	TK 755, 3,3 pF
C12	WN 70424 (trimr)
C13	TK 795, 47 pF
C14	TK 795, 68 pF
L1	100 μH
L2	4 z drátu CuL o Ø 1 mm samonosně na Ø 6 mm
T1	KF506
T2	KF124
T3	AF139 (GF507)
IO1	AY-3-8500 (AY-3-8550)

## 2. STŘELECKÉ HRY K AY-3-8500

Pro využití dvou střeleckých her obvodu AY-3-8500 je možné použít zapojení podle obr. 6. Pamatuje na obou možnost: buď patříme ke šťastnějším a vlastníme přímo pušku či pistoli vyráběnou (a v přítomnosti v cizině vyprodávanou) k televizním hrám, nebo si „zbraň“ musíme sestavit sami.

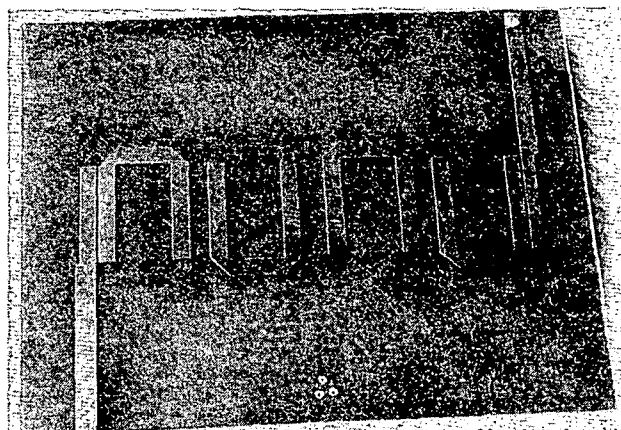
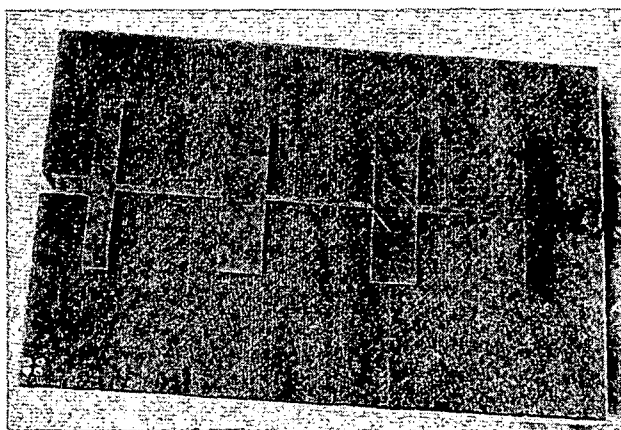
Ve hlavní prodáváných pušek je již vestavěn fototranzistor v Darlingtonově zapojení, který připojíme na označený vstup ve schématu. Potom samozřejmě odpadne T3, R9, R10 a P2.

Pokud si ale pušku sestavujeme, zpravidla neseženeme vhodný optický prvek (fotodarlington), ale nejvýše fototranzistor či fotodiodu. Zesílení je pak nutno vyrovnat tranzistorem T3. Při výběru optického prvku musíme dát pozor na spektrální citlivost. K použití svádí například fotodiody KP101, která je vhodná rozměrově a citlivě reaguje na malé změny světla, ale pouze v červené oblasti! Zatímco tedy bezpečně „ohlásí“ ruku, která ve vzdálenosti 1 m přejede přes okno, zůstává úplně netečná, je-li umístěna přímo před plně rozsvícenou obrazovkou. Spektrální citlivostí se spíše hodí 1PP75, ale u té působí zase rušivý hradlový jev. Nejvýhodnější v našich podmínkách je vyrobit si fototranzistor opatrným odřiznutím víčka tranzistoru KC509. Vývod báze ponecháme nezapojený. Tranzistor umístíme co nejdále od hlavně a blízko začátku hlavně umístíme čočku k soustředění paprsků. Protože trh s čočkami neexistuje, ale každý zpravidla nějakou tu čočku vlastní, ponechávám na čtenářích praktickou konstrukci – vzdálenost čočky je nejlepší vyzkoušet experimentálně – žárovka stolní lampy vzdálené asi 3 m se musí zobrazit na papíře ve správné vzdálenosti.

Jednodušší, než vyrábět celou zbraň mechanicky, je vyrobít vhodný model pušky či pistole z hračekářství. K předělání se rovněž hodí vzduchová pistole prodávaná ještě čas od času za 47 Kčs v prodejnách Lovně. K původnímu účelu se stejně příliš nehodí a cena je ještě přijatelná.

Spoušť je tvořena mikropsínačem (TESLA Jihlava nebo i jiným), na který upravíme dosedání páčky mechanické spouště. Nesmíme přitom zapomenout na vhodný doraz, protože mikropsínač se velkou silou snadno poškodí.

Zapojení vypadá sice zbytečně složité, ale reaguje pouze na světelný bod na obrazovce a rozezná podvod zaměřením na žárovku, jejíž světlo nevyhodnotí jako zásah. Nepomůže také pronásledovat



Obr. 19. Pohľad na realizované vzorky filtrov

## Záver

Namerané hodnoty potvrdili správnosť obecných záverov, platných pre návrh uvedených konfigurácií filtrov. Mimo pripomienok k vylepšeniu ich vlastností sú uvedené i ďalšie údaje k perspektívnejším konfiguráciám a metódam návrhu filtrov. Tým je daná možnosť využiť hlavnú výhodu zvoleného prevedenia, ako je ľahká realizovateľnosť a stabilita konštrukcie.

Pri praktickom použití sa ukázalo, že vzorky filtrov nebolo treba tieniť. V miestach so silným rušivým poľom, ako sú priemyslové centrá apod., realizujeme tieniaci kryt s výškou rovnou minimálnej desaťnásobku hrúbky podložky.

## Literatura

- [1] Vrba, J.; Kolář, J.: Mikrovlnná technika ve spojových zařízeních. NADAS: Praha 1978.
- [2] Čalfa, P.: Základné vlastnosti páskových vedení a ich aplikácia. Sdělovací technika ST č. 3/1981, s. 101 až 104.
- [3] Zehentner, J.: Rychlý výpočet parametrů nestíněných vázaných mikropáskových vedení na korundovém substrátu. Slaboproudý obzor 38 (1977), čís. 8, s. 378, 379.
- [4] Lanne, A. A.: Optimální syntéza lineárních elektrických obvodů. SNTL: Praha 1973.
- [5] Feldštejn, A. L.; Javič, L. R.: Sintez čtyřechpolusnikov na SVC. Svaz: Moskva 1965.
- [6] Kajčeň, V.: Teorija i projektirovanie širokopolosnych soglasujuščich cepj. Svaz: Moskva 1979.
- [7] Novák, M.: Syntéza frekvenčních filtrů. Academia: Praha 1966.
- [8] Aleksejev a kol.: Filtry i cepi SVC. Svaz: Moskva 1976.
- [9] Leončenko, V. P.; Feldštejn, A. L.; Šepeljanskij, L. A.: Rasčet poloskovykh filtrov na vstrečnykh steržnjach.. Spravočnik. Svaz: Moskva 1975.
- [10] Kovalev, I. S.: Konstruovanie i rasčet poloskovykh ustrojstv. Sov. radio: Moskva 1974.
- [11] Švarcman, A.: Rasčet i konstruovanie ustrojstv na poloskovykh linijach. Elektronika 20 (1967), s. 30 až 34.
- [12] Michajlova, G. F. a kol.: K ocenke parametrov mikropoloskovykh II - obraznykh filtrov. Poluprovodniko-

vaja tehnika i mikroelektronika 1976, vyp. 24, Izd. Naukova dumka: Kijev, s. 40 až 42.

- [13] Wong, J. S.: Microstrip Tapped-Line Filter Design. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. MTT-27 (1979), No. 1, s. 44 až 50.
- [14] Cristal, E. G.; Gysel, U. H.: A Compact Channel-Dropping Filter for Stripline and Microwave Integrated Circuits. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol.

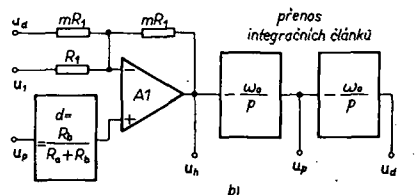
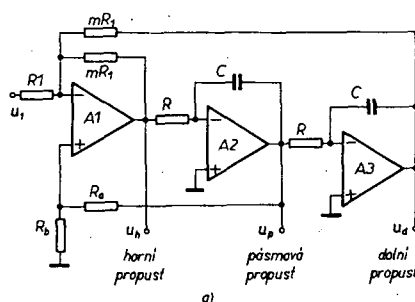
- MTT-22 (1974), No. 5, s. 499 až 504.
- [15] Kompa, G.; Mehran, R.: Microstrip filter analysis using a microstrip waveguide model. The Radio and Electronic Engineer, vol. 50 (1980), No. 1/2, s. 54 až 58.
- [16] Filinjuk, N. A.: Rasčet tranzistornogo aktivnogo SVC filtra. Radioelektronika 23 (1980), No. 3, s. 82, 83.
- [17] Basic Microwave Filter Theory. Microwave Journal 22 (1979), No. 9, s. 87 až 90.

# FILTRY SE TŘEMI OZ

Ing. Josef Punčochář ml.

Pomocí tří operačních zesilovačů můžeme získat přenosové funkce 2. stupně, které popisují dolní propust, horní propust, pásmovou propust i pásmovou zádrž. Nejpoužívanější obvod je na obr. 1. Pomocí obr. 1b lze snadno určit, že přenos horní propusti je popsán vztahem

$$A_h = u_h/u_i = -mp^2/P(p), \quad (1)$$



Obr. 1. a – realizace přenosových funkcí 2. stupně pomocí tří operačních zesilovačů (A1 – diferenční zesilovač; A2, A3 – integrační články); b – zjednodušené schéma pro výpočty

přenos pásmové propusti vztahem

$$A_p = u_p/u_i = m\omega_b p/P(p), \quad (2)$$

přenos dolní propusti vztahem

$$A_d = -m\omega_b^2/P(p). \quad (3)$$

Ve všech vztazích platí

$$P(p) = p^2 + p\omega_b d(2+m) + \omega_b^2, \quad (4)$$

$$\omega_b = 1/(RC),$$

$$d = R_b/(R_b + R_0)$$

$$p = j\omega$$

Jakost obvodu je určena vztahem

$$Q = 1/[d(2+m)]. \quad (5)$$

Přenosy na kmitočtu  $\omega_b$  jsou ve všech případech shodné (absolutní hodnoty):

$$A_h = A_d = -A_p = -mQ. \quad (6)$$

Pro horní a dolní propusti platí

$$A_h(\omega < \omega_b) = A_d(\omega < \omega_b) = -m \quad (7)$$

Požadujeme-li pásmovou zádrž na kmitočtu  $\omega_b$ , musíme realizovat funkci

$$A_z = u_z/u_i = -m(\omega_b^2 - \omega^2)/P(p) \quad (8)$$

Zde skutečně platí: pro  $\omega = \omega_b$  je  $A_z = 0$ , pro  $\omega \neq \omega_b$  se přenos blíží hodnotě  $-m$ . Snadno zjistíme, že vztah (8) lze realizovat součtem vztahu (1), přičemž  $p^2 = -\omega^2$ , a vztahu (3). Tento součet může být

Tab. 4. Vybrané normované veľkosti prvkov pre výpočet dolného priepustu podľa [17] s čebyševskou charakteristikou a rôzne hodnoty pomeru stojatých vln PSV a útlumu  $A_p$ . Udaie sú zaokrouhlené

PSV	$A_p$ [dB]	$n$	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$	$q_7$
1,05	0,0026	7	0,663	1,31	1,614	1,592	1,614	1,31	0,663
		5	0,618	1,203	1,413	1,203	0,618		
		3	0,486	0,826	0,486				
1,1	0,01	7	0,795	1,392	1,747	1,633	1,747	1,392	0,795
		5	0,755	1,304	1,575	1,304	0,755		
		3	0,627	0,969	0,627				
1,2	0,04	7	0,977	1,435	1,912	1,628	1,912	1,435	0,977
		5	0,936	1,368	1,769	1,368	0,936		
		3	0,819	1,09	0,819				
1,36	0,1	7	1,181	1,423	2,097	1,573	2,097	1,423	1,181
		5	1,147	1,371	1,975	1,371	1,147		
		3	1,032	1,147	1,032				
1,54	0,2	7	1,372	1,378	2,276	1,5	2,276	1,378	1,372
		5	1,340	1,337	2,166	1,337	1,340		
		3	1,228	1,152	1,228				

kde

$$Z_{ekv} = \frac{Y_{11}^2}{|Y_{11}|^2} \quad (41)$$

$$[Y^E] = [Y^{EE}] + [Y^E] \quad (42)$$

$[Y^{EE}]$  je matica vodivosti tranzistoru pre zapojenie so spoločným emitorom.

Autor [16] overil i možnosti návrhu impedancie  $Z_0$  pomocou riešenia náhradnej schémy tranzistoru, ale s horším výsledkom než uvedeným postupom. V návrhu je potrebné rešpektovať i vplyvy parazitných reaktancií obvodu.

### Pripomienky k uvedeným návrhom MFPV

V riešených návrhov MFPV je možné ovplyvniť nasledovné etapy postupu:

- Počet rezonátorov filtru  $n$  volíme v praxi aj 1,5 až 2krát väčší, než je zo zadania určené – viď [9], s. 63. Je to dané zhoršenými vysokofrekvenčnými vlastnosťami reálnych páskových vedení voči ich matematickým modelom.
- Zvlnenie amplitúdovo kmitočtovej charakteristiky filtru v priepustnom pásme je možné voliť aj menšie než 0,4 dB. K tomu slúži tabuľka 4 z lit. [17]. Použiteľné sú i tabuľky koeficientov v prílohách lit. [6].
- Odklon fázovo kmitočtovej charakteristiky v pásme priepustnosti filtru je u čebyševského (maximálne plochého) priebehu pre  $A_p = 0,1$  dB a  $n = 3$  rovný  $2^\circ$  ( $0,6^\circ$ ), pre  $n = 5$  je to  $8^\circ$  ( $2^\circ$ ) a pre  $n = 7$  je to až  $17,5^\circ$  ( $4^\circ$ ). Zväčšením  $A_p$  na 3 dB sa v závislosti na  $A_p$  a  $n$  môže zvlnenie zmenšiť 10 až 2,5krát – viď [9], s. 301.
- Súvislosť veličiny  $\beta_A$  a dĺžky rezonátorov i dolného priepustu riešime úpravou vzťahu (14) pre  $\text{tg } \delta = 3 \cdot 10^{-2}$  do tvaru

$$\beta_A = 2,73 \cdot 10^{-5} f \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}} \quad [\text{dBcm}^{-1}; \text{MHz}] \quad (43)$$

a vzťahu (10) na

$$l = \frac{3 \cdot 10^3}{f \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}} \quad [\text{cm}; \text{MHz}] \quad (44)$$

Súčinn rovníc (43) a (44) dáva konštantu, v našom prípade rovnú

$$\beta_A l = 0,082 \text{ [dB]}, \quad (45)$$

viď obr. 18.

- Pri malej (veľkej) hodnote súčinu  $f \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}$  je síce  $\beta_A$  malé (veľké), ale rozmery  $l$  sú veľké (malé). Musíme voliť kompromis.
- Veľkosť vložného útlumu je pre príliš úzkopásmové filtre extrémne veľká. Pre šírku priepustného pásma menšiu ako 1 % sú to až jednotky dB na jeden rezonátor – viď [9], s. 300. Zároveň je potlačené zvlnenie amplitúdovo kmitočtovej charakteristiky. Zadaním veľkej hodnoty vložného útlumu, veľkých skokov medzi impedanciami rezonátorov a vhodným postupom návrhu je možné zvlnenie charakteristiky filtru zachovať. Veľkú východziu hodnotu vložného útlumu musíme potom kompenzovať zaradením zosilňovača.
  - Voľbou vhodnej podložky s malým  $\text{tg } \delta$  je možné veľkosť veličiny  $\beta_A$  – vzťah (14) a tým i  $A_p$  – vzťahy (11), (26) podstatne zmenšiť. Minimalizácia veličiny  $A_p$  vyžaduje:
    - malé  $q$  (tj. malé  $n$ ),
    - veľké  $Q_0$  i  $Q_n$  (tj. malé  $Z_0$ ,  $\epsilon_{\text{eff}}$ ; veľké  $h$ ,  $f_0$ ),
    - $\eta$  blízke hodnote 1 (tj.  $h$  malé,  $\epsilon_{\text{eff}}$  veľké).
Zvolené riešenie musí byť kompromisné, pre daný typ podložky môžeme meniť len  $Z_0$  rezonátorov a to voľbou charakteristiky v priepustnom pásme. Na veľkosť  $A_p$  vplyva i dĺžka prívodných vedení  $l$ . Tato kvôli realizovateľnosti prechodu páska na koaxiálny kábel však nemôže byť nulová.
  - Ďalšie zmenšenie filtrov s konfiguráciou II, interdigitálnych i hrebeňových je možné voľbou veľkej hodnoty  $Z_0$  rezonátorov. Mimo zvýšenia nárokov na výrobnú toleranciu (úzke páska) sa zhoršuje prispôbenie a širokopásmovosť filtru.
  - Otázky návrhu a prevedenia prechodov páska na koaxiálny kábel rieši lit. [10], s. 167 až 179. Podcenenie tejto problematiky môže znamenať znehodnotenie celého výsledku.
  - Zmenšiť rozmer dolného priepustu na obr. 1 je možné ešte tak, že vo vzťahu (10) zavedieme konštantu 0,05 miesto doteraz uvádzanej 0,1. Potom však na výrazoch  $\text{tg } (\pi/5)$  musíme uvádzať veličinu  $\pi/10$ .

Zlepšenie pomerov celkovej dĺžky ku šírke u konfigurácie pásmového priepustu na obr. 2 je zase možné pomyseľným natočením celej štruktúry a vybočením voľného konca vstupného a výstupného páska (viď čiarkovane) voči štruktúre viazaných vedení (je možné extrémne až o uhol väčší než  $90^\circ$ ).

### Výsledky merania

Navrhané konfigurácie filtrov boli realizované a premerané prístrojom Polyskop II SWOB, typu BN 4245/50 Rohde Schwarz.

Dolný priepust, navrhovaný podľa [10] vykazoval hodnotu  $f_0 = 740$  MHz a  $A_0 = 0,3$  dB. Pro skrátení dĺžok vedení  $l_{1,7,3,5}$  na základe vzťahu (24), tj. asi o 1 mm, bol kmitočet  $f_0 = 820$  MHz.

Pásmový priepust s konfiguráciou na obr. 2 vykazoval hodnotu  $f_0 = 1025$  MHz; šírka kmitočtového pásma pre pokles 3 dB (20 dB) bola 50 MHz (100 MHz);  $A_0 = 6$  dB. Charakteristika mala obľý priebeh.

Pásmový priepust s konfiguráciou na obr. 3 bol navrhovaný bez korekcie dĺžok páskov podľa vzťahu (24), preto bola hodnota  $f_0 = 890$  MHz; šírka kmitočtového pásma pre pokles 1,5, 5 a 15 dB bola 20; 40 a 100 MHz;  $A_0 = 8,5$  dB. Po mechanickom skrátení dĺžok páskov o 1,5 mm na tomto vzorku bola  $f_0 = 930$  MHz, ale  $A_0$  sa zhoršil o 2,5 dB. Je to dané tým, že v zmysle vzťahu (35) sme narušili aj požadované pomery veľkostí veličín  $w$  a  $s$ . Priebeh charakteristiky bol obľý, bez požadovaného zvlnenia.

### Zhodnotenie výsledkov merania

- Polyskop II a prívodný kábel (celkovej dĺžky 1,5 m) majú charakteristickú impedanciu 60  $\Omega$ ; koaxiálny konektor, prechod a vstupy filtrov mali 50  $\Omega$ . Preto sa nám pri meraní prejavoval ďalší útlm o celkovej veľkosti 2 až 3 dB (v závislosti na kmitočte). Veď iba jeden styk 50/60  $\Omega$  vykazuje útlm 0,8 dB.
- Hodnota útlmu pásmových priepustov  $A_0$  je daná tým, že:
  - celá konfigurácia bola navrhovaná pre charakteristickú impedanciu 50  $\Omega$  a neprispôbenie väzby u prvého a  $n$ -tého rezonátoru (malé  $Q_0$ ) najviac ovplyvnilo vzrast útlmu  $A_0$ ,
  - zmerané šírky pásma (pre dané  $A_0$ ) sú menšie ako 1 %, čo spôsobuje ďalší prídavok útlmu a zároveň pre malý počet rezonátorov (a ich malú kvalitu) narušuje žiadany Čebyševov priebeh charakteristiky.
- Najlepšie výsledky boli dosiahnuté u dolného priepustu. Návrh pásmových priepustov je treba upraviť v tom zmysle, že zväčšíme počet rezonátorov voči výpočtu a požadujeme oveľa väčšie šírky pásma (2 až 3krát), než treba. Je to dané nedokonalosťou mikropáskov, viď predošlú stať.

Poznámka: Kontrola veľkosti  $A_0$  (pre útlm nad 20 dB) nebola uvedeným prístrojom možná.

# Postup návrhu:

## 1. Normovaný kmitočet je

$$\Omega = \frac{f}{f_h} \quad (4)$$

$$(\Omega = 1,35).$$

2. Pre čebyševský priebeh a známe  $A_p$ ,  $A_z$  a  $\Omega$  je počet prvkov priepustu daný:  
a) grafom na obr. 11 ( $n = 7$ ),  
b) vzťahom

$$n = \frac{\text{arccosh}(K)}{\text{arccosh}(\Omega)} \quad (5)$$

kde

$$K = \sqrt{\frac{10^{0,1A_z} - 1}{10^{0,1A_p} - 1}} \quad (6)$$

(výpočtom sme určili  $n = 6$ ; volíme väčšiu hodnotu).

3. Pre známe  $A_p$  a  $n$  určíme z tabuľky 1 hodnoty nezávislých parametrov (normovaných prvkov priepustu). Určili sme  $q_1 = q_7 = 1,737$ ;  $q_2 = q_6 = 1,258$ ;  $q_3 = q_5 = 2,638$  a  $q_4 = 1,344$ .

4. Dĺžku kapacitných úsekov vedení volíme rovnú  $0,1\lambda_h$ , tj. desiatine dĺžky vlny vo vedení na kmitočte  $f_h$ . Charakteristická impedancia týchto úsekov pre  $Z_0 = 50 \Omega$  je

$$Z_{C_i} = \frac{2Z_0}{q_i} \text{tg} \left( \frac{\pi}{5} \right) = \frac{72,65}{q_i} \quad (7)$$

$$(Z_{C_1} = Z_{C_7} = 41,825 \Omega; \\ Z_{C_2} = Z_{C_6} = 27,54 \Omega).$$

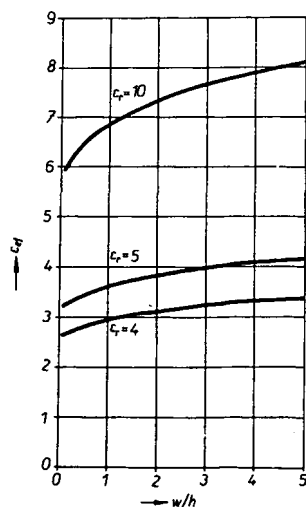
5. Cievky predstavujú pozdĺžne úseky vedení s charakteristickou impedanciou (pre  $l = 0,1\lambda_h$ )

$$Z_{L_i} = \frac{Z_0 q_i}{\text{tg} \left( \frac{\pi}{5} \right)} = 68,7 q_i \quad (8)$$

$$(Z_{L_1} = Z_{L_7} = 86,43 \Omega; Z_{L_2} = 92,33 \Omega).$$

Je patrné, že pre charakteristické impedancie vedení dolného priepustu platí nerovnosť

$$Z_{C_i} < Z_0 < Z_{L_i} \quad (9)$$



Obr. 9. Závislosť efektívnej permitivity podložky  $\epsilon_{\text{eff}}$  na pomere  $w/h$  pre  $\epsilon_r = 4,5$  a 10

Tab. 1. Vybrané normované veľkosti prvkov pre výpočet dolného priepustu

$A_p = 0,4 \text{ dB}$								
$n$	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$	$q_7$	$q_8$
2	1,299	0,705						
3	1,491	1,118	1,491					
4	1,565	1,223	2,254	0,849				
5	1,601	1,263	2,434	1,263	1,601			
6	1,620	1,283	1,499	1,355	2,366	0,879		
7	1,632	1,295	2,531	1,389	2,531	1,295	1,632	
8	1,640	1,302	2,550	1,405	2,591	1,383	2,400	0,890

$A_p = 0,5 \text{ dB}$								
$n$	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$	$q_7$	$q_8$
2	1,403	0,707						
3	1,596	1,097	1,596					
4	1,670	1,193	2,366	0,842				
5	1,706	1,230	2,541	1,230	1,706			
6	1,725	1,248	2,606	1,314	2,476	0,870		
7	1,736	1,258	2,638	1,344	2,638	1,258	1,736	
8	1,745	1,265	2,565	1,359	2,696	1,339	2,509	0,880

6. Z grafu na obr. 12 pomernú šírku páskových vedení  $w/h$  určíme pre známe  $Z_{L_i}$ ,  $Z_{C_i}$  a  $\epsilon_r = 4,4$ . (Po vynásobení veľičinou  $h$  je

$$w_0 = 4,715 \text{ mm}; w_1 = w_7 = 5,228 \text{ mm}; \\ w_2 = w_6 = 8,99 \text{ mm};$$

$$w_3 = w_5 = 1,468 \text{ mm}; w_4 = 1,24 \text{ mm}.$$

7. Pomocou obr. 13 pre známe  $w_i/h$  určíme

$$k_i = (\epsilon_{\text{eff}})^{1/2} \quad (k_1 = k_7 = 0,618; \\ k_3 = k_5 = 0,6; k_2 = k_6 = 0,676 \\ \text{a } k_4 = 0,671).$$

8. Dĺžky úsekov vedení dolného priepustu sú dané vzťahom  $l_i = 0,1\lambda_h k_i$  (10)

$$(l_1 = l_7 = 23,175 \text{ mm};$$

$$l_2 = l_6 = 22,5 \text{ mm}; l_3 = l_5 = 25,35 \text{ mm}; \\ l_4 = 25,2 \text{ mm}).$$

9. Vložný útlm priepustu na kmitočte  $f_h$  je daný vzťahom

$$A_0 = \sum_{i=1}^n \alpha_i = 0 \quad (\beta_{\text{ei}} + \beta_{\text{di}}) l_i \text{ [dB]}, \quad (11)$$

$$\text{kde } \beta_{\text{ei}} = \frac{1,8}{Z h} R_p \text{ [dBcm}^{-1}; \text{cm}] \quad (12)$$

charakterizuje straty v  $i$ -tom mikropáskovom vedení s charakteristickou impedanciou  $Z_i$ , pričom

$$R_p = 8,25 \cdot 10^{-3} (f_h)^{1/2} \text{ [}\Omega; \text{GHz]} \quad (13)$$

je povrchový odpor vodivej fólie,

$$\beta_{\text{di}} = \text{tg} \delta (\epsilon_{\text{eff}})^{1/2} \frac{27,3}{\lambda_{h0}} \text{ [dBcm}^{-1}; \text{cm}] \quad (14)$$

je činiteľ strát v materiále dielektrika podložky u  $i$ -tého vedenia,  $\lambda_{h0}$  je dĺžka vlny vo vzduchu pre kmitočet  $f_h$ .

(Pre  $f_h = 0,8 \text{ GHz}$  je  $R_p = 7,4 \text{ m}\Omega$ ;

$$\beta_{\text{ei}} = 0,065 (Z)^{-1}, \quad \text{[dBcm}^{-1}])$$

$$\beta_{\text{di}} = 7,3 \cdot 10^{-3} (\epsilon_{\text{eff}})^{1/2}, \quad \text{[dBcm}^{-1}])$$

pričom pre veľkú hodnotu  $\text{tg} \delta$  je  $\beta_{\text{di}} \gg \beta_{\text{ei}}$ .

Pre  $h = 1 \text{ cm}$  a  $l_i$  podľa bodu 8 je  $A_0 = 0,365 \text{ dB}$ . Pre  $\text{tg} \delta = 10^{-3}$  je  $A_0 = 0,08 \text{ dB}$ .

Poznámka: Pri výpočte veľičiny  $A_0$  musíme uvažovať všetky (i priečne) úseky vedení, tj. napríklad úsek identický veľkosti  $l_i$  bude figurovať vo výpočte celkovo 4-krát apod.

## Návrh pásmového priepustu s konfiguráciou podľa obr. 2

Opäť podľa [10] prevedieme návrh pre toto zadanie:  $f_0 = 1 \text{ GHz}$ ;  $f_z = 97,5 \text{ MHz}$ ; útlm na kmitočtoch  $(f_0 \pm f_z)$  je rovný  $A_z = 30 \text{ dB}$ ; charakteristická impedancia vedení je  $50 \Omega$ , čebyševská charakteristika s  $A_p = 0,406 \text{ dB}$  na šírke pásma  $f_0 \pm f_p$  pre  $f_0 = 30 \text{ MHz}$ .

Význam symbolov je patrný z obr. 10b. Materiál podložky je rovnaký ako v predšlom príklade.

### Postup návrhu

1. Určíme pomer  $\Omega_1 = \frac{\sin(\pi f_z f_0^{-1})}{\sin(\pi f_p f_0^{-1})} \quad (17);$

$$(\Omega_1 = 3,25).$$

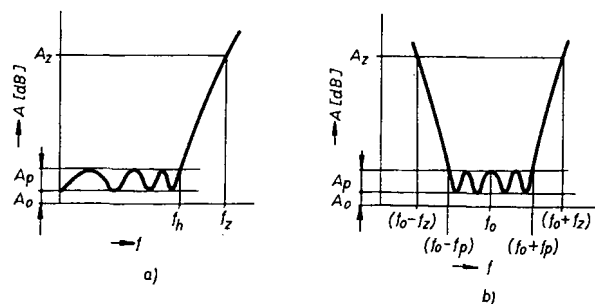
2. Určenie veľičiny  $K$  podľa vzťahu (6); ( $K \approx 101$ ).

3. Určenie počtu polvlnných rezonátorov:  
a) pomocou vzťahu (5), ak miesto veľičiny  $\Omega$  dosadíme veľkosť  $\Omega_1$ ; ( $n = 1,63$ ).

Poznámka: Pre maximálne plochý priebeh charakteristiky platí vzťah

$$n = \frac{\log K}{\log \Omega_1} \quad (18)$$

- b) pre známe  $\Omega_1$ ,  $A_p$ ,  $A_z$  pomocou obr. 14. Pozor – platí len pre  $A_z = 30 \text{ dB}$  ( $n = 3$  a ďalej budeme počítať len s touto hodnotou).

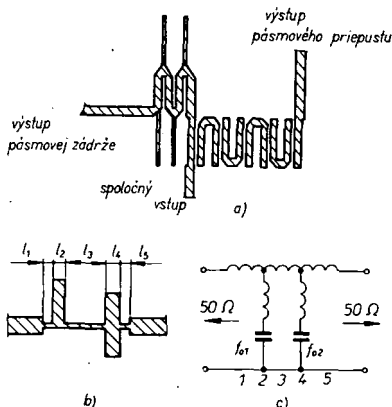


Obr. 10. Priebeh amplitúdovo-kmitočtovej charakteristiky filtrov s aproximáciou Čebyševa: a) pre dolný, b) pre pásmový priepust

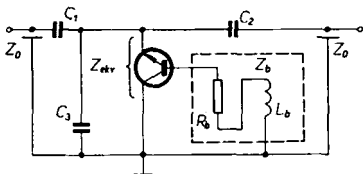
Nie všetky práce riešia obe úlohy syntézy. Aproximačnú úlohu rieši predovšetkým lit. [4], [5], [6] a najnázornejšie [7]. V obmedzenom rozsahu je prakticky použiteľná aj [8].

Pre uskutočnenie druhej úlohy syntézy MFPV sa ako najvhodnejšia ukázala lit. [9]. Vychádza z [5] a po doplnení riešenia telegrafných diferenciálnych rovníc pre viazané obvody rozoberá ekvivalentné viazané kaskádne štruktúry, ktoré spĺňujú nasledovné podmienky (sú obecné platné):

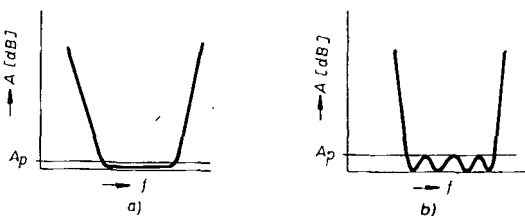
- vylúčenie elektrostatických väzieb medzi nesusednými vedeniami,
- rovnosť vlnových odporov medzi susednými vedeniami,
- rovnosť dvojice elektrostatických vlnových vodivosti koncových vedení,
- zachovanie hodnoty vlnovej vodivosti celej štruktúry bez ohľadu na počet a elektrostatickú vlnovú vodivosť jednotlivých vedení.



Obr. 5. Konfigurácie: a) kompaktného spojenia pásmového priepustu a zádrže; b) filtru, tvoreného diskontinuitami páskových vedení; c) jeho ekvivalentný obvod



Obr. 6. Schéma filtru s aktívnym prvkom - tranzistorom



Obr. 7. Najpoužívanejšie priebehy aproximačnej funkcie: a) maximálne ploché, b) Čebyševov

Obr. 8. Nomogram pre stanovenie relatívnej permitivity  $\epsilon_r$  použitej podložky na základe zmeranej jej kapacity  $C$

Etapy riešenej syntézy sú:

- Stanovenie člena  $T_{11}$  matice prenosu [7].
- Určenie nezávislých parametrov. Takto je uvedené riešenie troch základných štruktúr filtrov, jedenást praktických príkladov a tabuľky nezávislých parametrov pre čebyševovskú a maximálne plochú charakteristiku a až jedenásť prvkov filtru. Ďalej je riešená otázka praktickej realizovateľnosti a ďalšie otázky.

## Návrh základných typov MFPV

Na základe elektrických a mechanických požiadaviek v sústave, v ktorej je filter zaradený, určíme typ aproximačnej funkcie, veľkosti vstupnej a výstupnej impedancie filtru, útlmív, jeho konfiguráciu a tým i metodiku návrhu.

Zo známych typov filtrov budeme riešiť:

- dolný priepust - viď obr. 1,
- pásmový priepust - viď obr. 2 až obr. 4.

Poznámka: Na obrázkoch sú patrné len tvary vodičových plošiek inak nesymetrického páskového vedenia.

Konfigurácie na obr. 2 až obr. 4 sa líšia predovšetkým výsledným dĺžkovým rozmerom. U menej náročných požiadaviek na útlmiv je možné voliť i konfiguráciu na obr. 2, lebo v tomto prípade stačí malý počet rezonančných páskových vedení a filter nebude neúmerne dlhý. Pre splnenie náročných požiadaviek na útlmivú charakteristiku však musíme voliť konfiguráciu na obr. 3 alebo obr. 4.

Charakter aproximačnej funkcie môže byť maximálne plochý, Čebyševov, eliptický, Besselov apod., ako aj ich inverzné priebehy. Každá z nich má svoje zvláštnosti priebehu amplitudovo-fázovej charakteristiky v závislosti na kmitočte. Obvykle postačíme s prvými dvoma funkciami, viď obr. 7.

Pri návrhu MFPV bez použitia počítača pracujeme obvykle s tzv. nezávislými parametrami. Treba upozorniť, že ich význam býva odlišný. V lit. [9] sú to normované vodivosti. Ich stanovenie sa v praxi obchádza zavedením rozsiahlych tabuliek (viď lit. [9]), v ktorých je uvedená hodnota nezávislého parametru podľa zvoleného zapojenia filtru a požiadaviek na útlmivú charakteristiku. Tento postup návrhu však môžeme obísť. Príkladom je napr. lit. [10].

Než pristúpime k samotnému návrhu filtrov, uveďme ešte spôsob stanovenia relatívnej permitivity  $\epsilon_r$  použitej podložky. Spôsob, založený na meraní kruhového vzorku podložky Q-metrom je náročný a vzorok podložky je obvykle ďalej nepoužiteľný. Jednoduchšie je zmerať kapacitu  $C$  väčšieho kusu podložky (z hľadiska presnosti merania s plochou  $S \geq 100 \text{ cm}^2$ ) a použiť vzťah

$$\epsilon_r = \frac{C}{S} \frac{h}{\epsilon_0} \quad (1)$$

kde  $\epsilon_0 = 8,859 \cdot 10^{-12} [\text{Fm}^{-1}]$ ,  
 $h$  je hrúbka podložky.

Tiež je možné použiť nomogram na obr. 8 podľa [2].

Dĺžka vlny v páskovom vedení je menšia ako vo vzduchu a je vyjadrená činiteľom skrátenia  $k$ , pričom platí

$$k = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_{\text{ef}}}} \quad (2)$$

kde  $\epsilon_{\text{ef}}$  je efektívna permitivita podložky. Pre jednoduché páskové vedenie je daná výrazom [2]

$$\epsilon_{\text{ef}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \sqrt{1 + 10 \frac{h}{w}}} \quad (3)$$

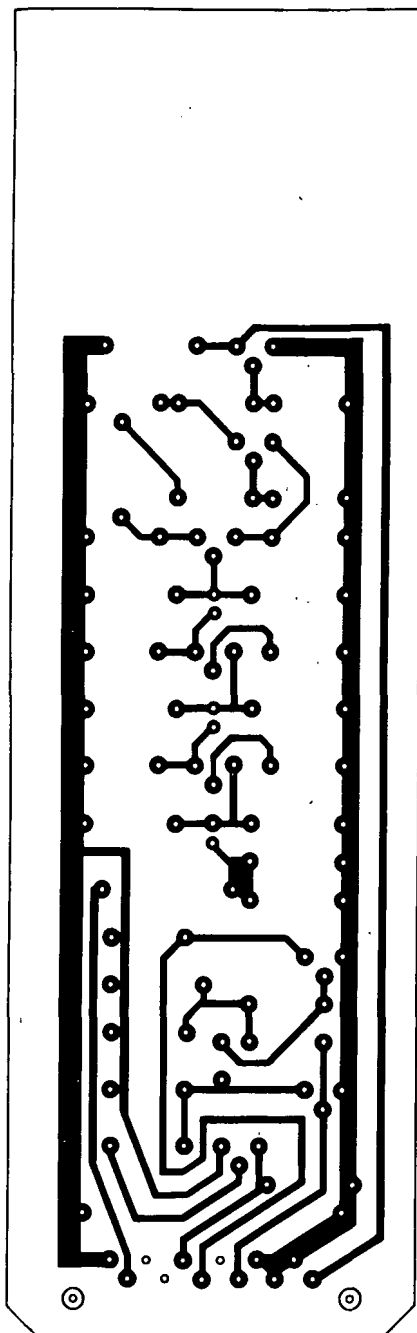
príčom  $w$  je šírka páska. Uvedený vzťah bol graficky spracovaný do podoby na obr. 9. Hodnota  $\epsilon_r = (4 \text{ až } 5)$  je typická pre podložku typu kuprexit,  $\epsilon_r = 10$  platí napr. pre korund. Z grafu je patrná i závislosť zmeny činiteľa skrátenia  $k$  na zmene šírky páska  $w$ .

Pre lepšiu názornosť uvedieme pri návrhu filtrov obecný postup s overením na konkrétnom príklade.

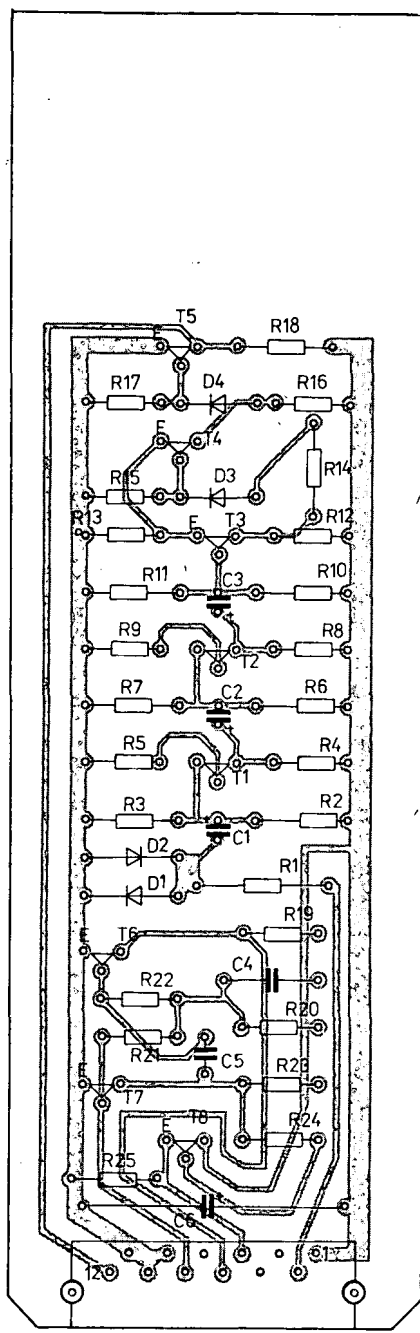
## Návrh dolného priepustu

Podľa lit. [10] navrhne dolný priepust podľa zadania:  $f_0 = 800 \text{ MHz}$ ; charakteristická impedancia prívodných vedení je  $50 \Omega$ ;  $A_0 = 0,5 \text{ dB}$ , čebyševovská charakteristika; útlmiv na  $f_c = 1080 \text{ MHz}$  je rovný  $A_c = 35 \text{ dB}$ . Význam uvedených veličín je patrný z obr. 10a).

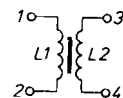
Parametre materiálu podložky: hrúbka medenej fólie  $t = 0,055 \text{ mm}$ ;  $h = 2,05 \text{ mm}$ ;  $\epsilon_r = 4,4$ ;  $\text{tg} \delta = 10^{-2}$  (pre  $1 \text{ GHz}$ ).



Obr. 37. Obrázek plošných spojů na dosce P314 (vstupní zesilovač a kryštálový oscilátor VZO 2)

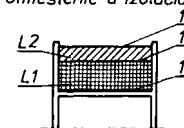


Obr. 38. Rozložení součástek na dosce s plošnými spoji P314 pro vstupní zesilovač a kryštálový oscilátor VZO 2



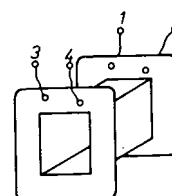
L1 ... 1800 z 0,2 CuL (naprázdno 220 V)  
L2 ... 95 z 0,8 CuL (naprázdno 11,5 V)

Umístění a izolace vinutí:



L1... každé 2 vrstvy překlad papír 0,03 mm

1... 2x drážkovaná lepenka 0,1 mm



kostrička NT N211 EI20 x20  
vývody... textil. izol. trubice Ø1 mm

Obr. 40. Cívka síťového transformátoru

#### Kondenzátory

C1 47  $\mu$ F, TE 121, elektrolytický  
C2 47  $\mu$ F, TE 121, elektrolytický  
C3 47  $\mu$ F, TE 121, elektrolytický  
C4 3,3  $\mu$ F, TC 210, svitkový  
C5 0,15  $\mu$ F, TK 782, keramický  
C6 50  $\mu$ F, TE 152, elektrolytický

#### Diody

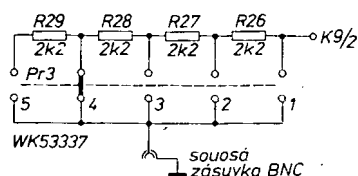
D1 KA207  
D2 KA207  
D3 KA207  
D4 KA207

#### Tranzistory

T1 KF125 ( $\beta = 50$ )  
T2 KF125 ( $\beta = 50$ )  
T3 KSY71 ( $\beta = 100$ )  
T4 KSY71 ( $\beta = 100$ )  
T5 KSY71 ( $\beta = 100$ )  
T6 KC509 ( $\beta = 250$ )  
T7 KC509 ( $\beta = 250$ )  
T8 KSY71 ( $\beta = 100$ )

#### Ostatné

konektorová vidlica WK 462 05

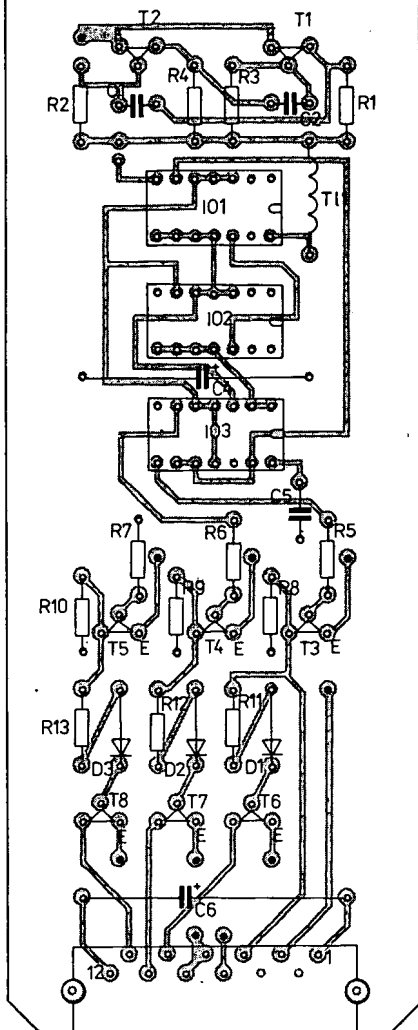


Obr. 39. Prepínanie útlmův pre rôzne vstupné napätie

Tab. 4.

1. poloha	$U_{vst \max} = 15 \text{ V}$ , $R = 330 \Omega$	$I = 45 \text{ mA}$	$P_{wR1} = 0,7 \text{ W}$
2. poloha	$U_{vst \max} = 65 \text{ V}$ , $R = 330 \Omega$ $R = 2,2 \text{ k}\Omega$	$I = 26 \text{ mA}$ $I = 26 \text{ mA}$	$P_{wR1} = 0,22 \text{ W}$ $P_{wR26} = 1,45 \text{ W}$
3. poloha	$U_{vst \max} = 125 \text{ V}$ , $R = 330 \Omega$ $R26=R27 = 2,2 \text{ k}\Omega$	$I = 29 \text{ mA}$ $I = 29 \text{ mA}$	$P_{wR1} = 0,27 \text{ W}$ $P_w = 1,8 \text{ W}$
4. poloha	$U_{vst \max} = 185 \text{ V}$ , $R = 330 \Omega$ $R28=R26=R27 = 2,2 \text{ k}\Omega$	$I = 28 \text{ mA}$ $I = 28 \text{ mA}$	$P_w = 0,26 \text{ W}$ $P_w = 1,75 \text{ W}$
5. poloha	$U_{vst \max} = 245 \text{ V}$ , $R = 330 \Omega$ $R26=R27=R28=R29 = 2,2 \text{ k}\Omega$	$I = 28 \text{ mA}$ $I = 28 \text{ mA}$	$P_w = 0,26 \text{ W}$ $P_w = 1,72 \text{ W}$

Obr. 34. Rozloženie súčiastok na doske s plošnými spojmi P313 pre časovú základňu čítača ČZO 2

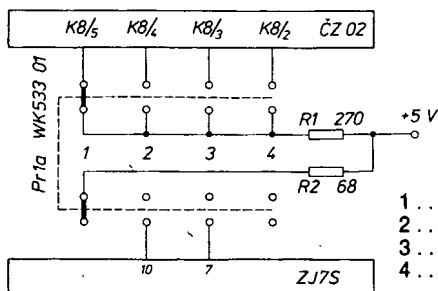


#### Integrované obvody

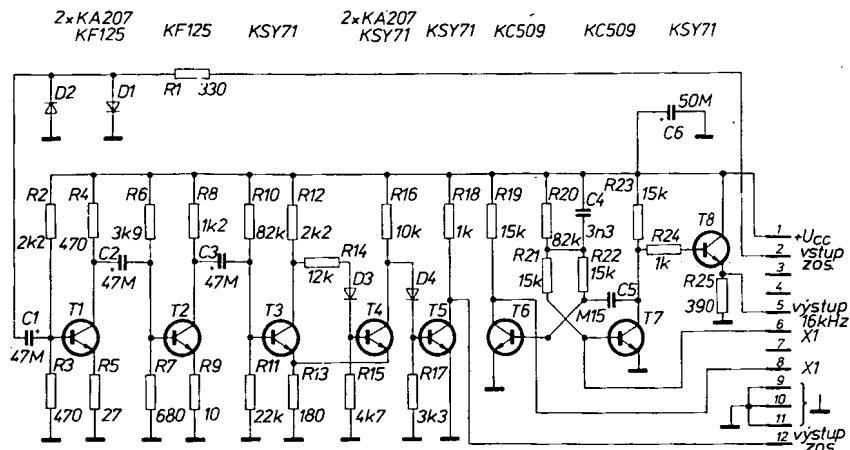
IO1	MH7493
IO2	MH7490
IO3	MH7490
IO4	MH7490
IO5	MH7400
IO6	MH7420

#### Ostatné

konektorová vidlica WK 46 205



- 1 ... 999 Hz
- 2 ... 9,99 kHz
- 3 ... 99,9 kHz
- 4 ... 999 kHz



Obr. 36. Vstupný tvarovací zosilňovač a kryštálom riadený multivibrátor VZO 2

### Vstupný tvarovací zosilňovač a kryštálom riadený multivibrátor VZO 2 (obr. 36 až 38)

Od vstupného tvarovacieho zosilňovača je požadovaná čo najväčšia vstupná citlivosť a dostatočná šírka zosilňovaného pásma. Preto použité zapojenie sa skladá z piatich tranzistorov. Cez odpor R1 sa meraný signál obmedzí diodami D1, D2 a vedie do dvojstupňového zosilňovača s vŕ tranzistormi T1, T2. Takto zosilnený signál sa vedie na trojtranzistorové zapojenie, skladajúce sa zo Schmittovho obvodu a oddeľovacieho stupňa. Posledný tranzistor T5 dáva obdĺžnikové impulzy s úrovňou TTL pre taktovacie hradlo modulu DPO1. Vlastnosti zosilňovača – vstupná citlivosť  $U_{st\ min} = 30\ mV$  pri frekvenciách 50 Hz, 1 kHz, 1,4 MHz,  $U_{st\ max} = 25\ V$ .

Na plošnom spoji je umiestnený aj kryštálom riadený multivibrátor s frekvenciou 16 kHz. Vzhľadom na jednoduchší plošný spoj bolo zvolené zapojenie s tranzistormi. Kryštál je mimo modul, aby mohol byť umiestnený v termostate pri väčších požiadavkách na stabilitu frekvencie. Pri izbových teplotách sa frekvencia menila od 16 kHz do 16,001 kHz (merané čítačom BM445E), stabilita kmitočtu  $6,2 \cdot 10^{-4}$ .

Použitý tranzistor bol meraný meracím prístrojom PU120, rovnako aj pracovné body tranzistorov uvedené v tabuľke. Priemerný odtok zo zdroja +5 V je 20 mA.

#### Literatúra

AR 2/74.  
AR A5/77.

Tab. 3.

Merací bod	$U_{bT1}$	$U_{bT2}$	$U_{bT3}$	$U_{bT4}$	$U_{bT5}$	$U_{kT2}$
$= U [V]$	0,83	0,1	3,4	0,72	-	4,1
$U_{bT3}$	$U_{bT4}$	$U_{kT3}$	$U_{bT4}$	$U_{kT4}$	$U_{bT5}$	$U_{kT5}$
0,56	0,3	1,32	0,2	0,3	1,35	0,74
-	-	-	-	-	-	0,28

Obr. 35. Zapojenie prepínača rozsahov

### Zapojenie konektorovej vidlice K1/09 VZO2

- |    |   |
|----|---|
| 01 | napájanie +5 V  |
| 02 | vstup tvarovacieho zosilňovača                          |
| 03 | nezapojené  |
| 04 | nezapojené  |
| 05 | výstup kryštálového multivibrátora 16 kHz do ČZO2 K8/11 |
| 06 | kryštál 16 kHz 80Z42 (80Z43)                            |
| 07 | nezapojené  |
| 08 | kryštál 16 kHz 80Z42 (80Z43)                            |
| 09 | napájanie zem   |
| 10 | zem   |
| 11 | zem   |
| 12 | výstup tvarovacieho zosilňovača do DPO1 K4/05           |

Vzhľadom k tomu, že potrebujeme merať frekvenciu striedavého napätia o väčšej amplitúde ako je 15 V, je vstup tvarovacieho zosilňovača upravený: prepínačom Pr3 je postupne vstupný odpor zväčšovaný podľa obr. 39. Hodnota maximálneho napätia vstupu je prepínaná v rozsahoch 15 V, 65 V, 125 V, 185 V a 245 V (maximálne napätie sieťové je 242,5 V), vychádza zo zaťaženia odporu TR 154 2k2 – 2 W (TR 636, 2k2).

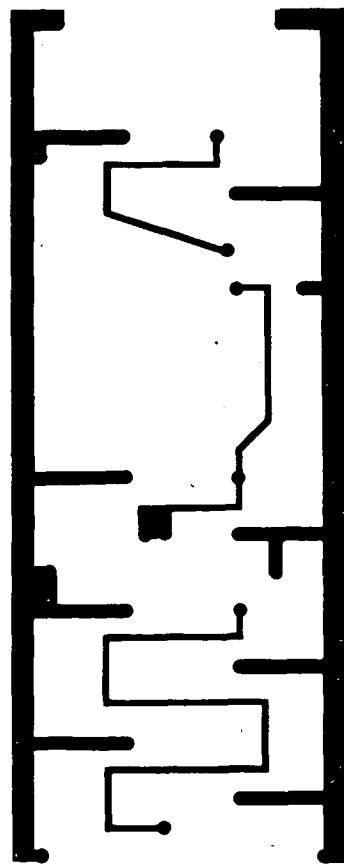
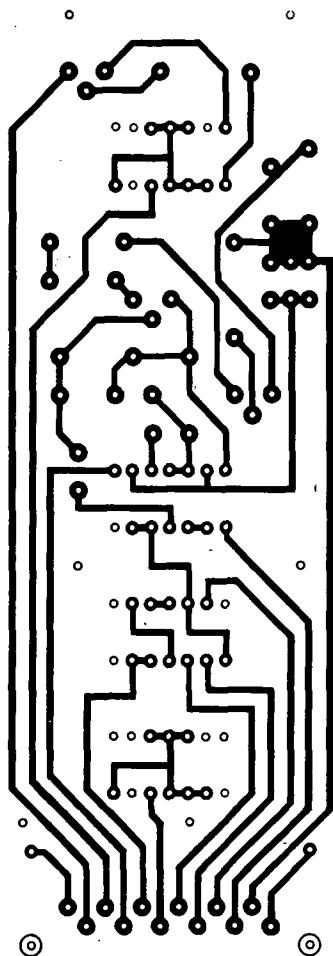
V tabuľke 4 je podľa maximálneho vstupného napätia kontrola zaťaženia jednotlivých odporov, zaraďovaných do série so vstupom.

### Soznam súčiastok VZO 2 (Vstup, zos. a kryšt. osc.)

#### Odpor

R1	330 $\Omega$ , TR 153
R2	2,2 k $\Omega$ , TR 151
R3	470 $\Omega$ , TR 151
R4	470 $\Omega$ , TR 151
R5	27 $\Omega$ , TR 221
R6	3,9 k $\Omega$ , TR 151
R7	680 $\Omega$ , TR 151
R8	1,2 k $\Omega$ , TR 151
R9	10 $\Omega$ , TR 221
R10	82 k $\Omega$ , TR 151
R11	22 k $\Omega$ , TR 151
R12	2,2 k $\Omega$ , TR 151
R13	180 $\Omega$ , TR 151
R14	12 k $\Omega$ , TR 151
R15	4,7 k $\Omega$ , TR 151
R16	10 k $\Omega$ , TR 151
R17	3,3 k $\Omega$ , TR 151
R18	1 k $\Omega$ , TR 151
R19	15 k $\Omega$ , TR 161
R20	82 k $\Omega$ , TR 151
R21	15 k $\Omega$ , TR 161
R22	15 k $\Omega$ , TR 161
R23	15 k $\Omega$ , TR 161
R24	1 k $\Omega$ , TR 151
R25	390 $\Omega$ , TR 151

Obr. 24 a, b. Obrazec plošných spojov P311 pre pomocné obvody čítača DPO 1



#### Literatúra

Budínský, J.: Polovodičové obvody pro číslicovou techniku.  
AR 2/73.  
AR 2/74.

Zapojenie vývodov konektorovej vidlice KI/04 dosky DPO1

- |    |  |
|----|--|
| 01 | napájanie + $U_{cc}$                                 |
| 02 | indikácia prepínania čítača (obr. 27)                |
| 03 | prepojiť na D výstup posledného čítača               |
| 04 | prepínač Pr2a funkcie (obr. 28)                      |
| 05 | vstup fx prepojiť na výstup tvarovacieho zosilňovača |
| 06 | prepojiť výstup časovej základne                     |
| 07 | vstup pre prevodník konektora K2                     |
| 08 | prepínač Pr2b funkcie (obr. 28)                      |
| 09 | prepojiť na vstup A prvého čítača                    |
| 10 | výstup vzorkovacieho impulzu                         |
| 11 | výstup nulovacieho impulzu funkcie                   |
| 12 | napájanie zem  |

Soznam súčiastok DPO1  
(Doska pomoc. obvodov)

#### Odpory

- |    |                         |
|----|-------------------------|
| R1 | 470 $\Omega$ , TR 151   |
| R2 | 4,7 k $\Omega$ , TR 151 |

- |    |                         |
|----|-------------------------|
| R3 | 2,2 k $\Omega$ , TR 151 |
| R4 | 470 $\Omega$ , TR 151   |
| R5 | 2,2 k $\Omega$ , TR 151 |
| R6 | 1,2 k $\Omega$ , TR 151 |
| R7 | 390 $\Omega$ , TR 151   |
| R8 | 150 $\Omega$ , TR 151   |

#### Kondenzátory

- |    |                                       |
|----|---------------------------------------|
| C1 | 22 nF, TK 782, keramický              |
| C2 | 0,1 $\mu$ F, TK 782, keramický        |
| C3 | 0,15 $\mu$ F, TK 782, keramický, 3 ks |
| C4 | 20 $\mu$ F, TE 981, elektrolytický    |
| C5 | 20 $\mu$ F, TE 981, elektrolytický    |
| C6 | 100 $\mu$ F, TE 981, elektrolytický   |

#### Diody

- |    |       |
|----|-------|
| D1 | KA501 |
| D2 | KA501 |

#### Tranzistory

- |    |                         |
|----|-------------------------|
| T1 | KC508 ( $\beta = 300$ ) |
| T2 | KC508 ( $\beta = 300$ ) |
| T3 | KF508 ( $\beta = 180$ ) |

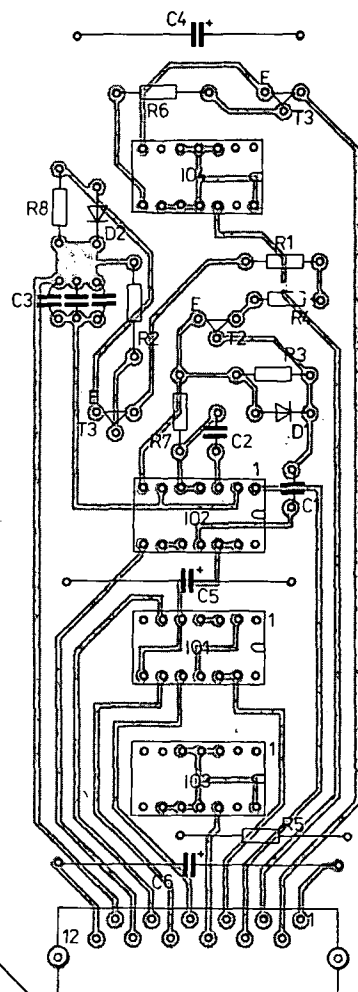
#### Integrované obvody

- |     |        |
|-----|--------|
| IO1 | MH7400 |
| IO2 | MH7400 |
| IO3 | MH7472 |
| IO4 | MH7472 |

#### Ostatné

konektorová vidlica WK 46 205

Obr. 25. Rozloženie súčiastok na doske s plošnými spojmi P311 (pomocné obvody čítača)



#### Modul čítač - pamäť ČP 567 (obr. 29 až 31)

Použitá jednotka čítača je bežne používané zapojenie - desiatkový čítač (MH7490), pamäť (MH7475) a na výstupe hradlo ovládané kruhovým čítačom KC3, určujúce, aby príslušná informácia v kóde BCD bola prenesená do dekodéra (vždy iba z jedného modulu čítača). Vzhľadom k tomu, že bolo použité dvojitý výstupové hradlo NAND (MH7400), informácia na výstupe modulu je v negovanom tvare a zmenu na pôvodnú informáciu prevádzajú štvorvstupové hradlá v dekodéri. Počet modulov čítača je určený počtom použitých zobrazovacích jednotiek.

Ovládanie modulov ČP 567 vzorkovacím a nulovacím impulzom vyplýva z časového diagramu uvedeného pri module DPO1. Priemerný odber modulu zo zdroja +5 V je 70 mA.

#### Literatúra

Budínský, J.: Polovodičové obvody pro číslicovou techniku.



### Soznam súčiastok KČ 3/3 (Kruhový čítač 3/3)

#### Odpor

R1	1 kΩ, TR 151
R2	0,15 MΩ, TR 151
R3	0,15 MΩ, TR 151
R4	1 kΩ, TR 151
R5 až R7	10 kΩ, TR 151
R8	680 Ω, TR 151
R9	680 Ω, TR 151
R10	680 Ω, TR 151
R11 až R13	1 kΩ, TR 151

#### Kondenzátory

C1	1,5 nF, TK 725, keramický
C2	100 pF, TK 725, keramický
C3	50 μF, TE 002, elektrolytický
C4	0,15 μF, TK 782, keramický
C5	0,15 μF, TK 782, keramický
C6	50 μF, TE 152, elektrolytický

#### Diody

D1 až D3	KA501, křemíková
D2	KA501, křemíková
D3	KA501, křemíková

#### Tranzistory

T1	KC509 (β = 250)
T2	KC509 (β = 250)
T3	KC509 (β = 250)
T4	KC509 (β = 250)
T5	KC509 (β = 250)
T6	KSY34 (β = 60)
T7	KSY34 (β = 60)
T8	KSY34 (β = 60)

#### Integrované obvody

IO1, IO2	MH7472
IO3	MH7410

#### Ostatné

konektorová vidlica WK 46 205	
T11	tlmivka 17 μH

### Soznam súčiastok KČ 3/2 (Kruhový čítač 3/2)

#### Odpor

R1	1 kΩ, TR 151
R2	0,15 MΩ, TR 151
R3	0,15 MΩ, TR 151
R4	1 kΩ, TR 151
R5	10 kΩ, TR 151
R6	10 kΩ, TR 151
R7	10 kΩ, TR 151
R8	680 Ω, TR 151
R9	680 Ω, TR 151
R10	680 Ω, TR 151
R11	1 kΩ, TR 151
R12	1 kΩ, TR 151
R13	1 kΩ, TR 151

#### Kondenzátory

C1	1,5 nF, TK 725, keramický
C2	100 pF, TK 725, keramický
C3	50 μF, TE 002, elektrolytický
C4	20 μF, TE 981, elektrolytický
C5	0,15 μF, TK 782, keramický
C6	50 μF, TE 152, elektrolytický

#### Diody

D1	KA501
D2	KA501
D3	KA501

#### Tranzistory

T1	KC509 (β = 250)
T2	KC509 (β = 250)
T3	KC509 (β = 250)
T4	KC509 (β = 250)
T5	KC509 (β = 250)
T6	KSY34 (β = 60)
T7	KSY34 (β = 60)
T8	KSY34 (β = 60)

#### Integrované obvody

IO1, IO2	MH7472
IO3	MH7410

#### Ostatné

konektorová vidlica WK 46 205	
T11	tlmivka 17 μH

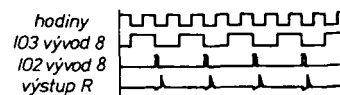
### Modul pomocných obvodov (obr. 23 až 25)

Na plošnom spoji sú umiestnené obvody pre výrobu hradlovacieho, vzorkovacieho a nulovacieho impulzu a obvod signalizácie prepĺnenia posledného čítača. Z časovej základne dostávame podľa prepnutia impulzu o kmitočte 1 kHz, 100 Hz, 10 Hz, 1 Hz – odpovedajúce doby trvania 1 ms, 10 ms, 100 ms, 1 s. Čítač počíta impulzy len v dobe trvania kladného impulzu, ak je otvorené kľúčovacie hradlo IO1a; preto impulz, získaný z časovej základne, je potrebné ešte deliť dvomi. Delička je zapojená s IO3 (MH7472) a na výstupe dostávame taktovací impulz potrebnej dĺžky, v našom prípade 1 s pre rozsah 1 kHz, ktorý privádzame na kľúčovacie hradlo IO1a. Impulz sa súčasne upravuje tak, aby sa z neho vytvoril vzorkovací a nulovací impulz podľa časového diagramu na obr. 26. Taktovací impulz sa neguje invertorom IO2a, získaný priebeh sa derivuje derivačným obvodom C1, R3. Záporná časť sa obmedzí diodou D1, kladná časť impulzu spína tranzistor T2. Na jeho kolektore sú úzke pravouhlé impulzy, ich negovaním (IO2 – vývod 09, 10) dostávame vzorkovací impulz pre pamäťový IO2. Z kolektora T2 privádzame úzke pravouhlé impulzy na monostabilný klopný obvod z hradlami IO2. Šírka výstupného impulzu je daná časovou konštantou člena C2, R7 (v tomto prípade  $T = 38 \mu s$ ). Získaný impulz sa opäť derivuje a záporná časť obmedzí diodou D2. Za derivačným obvodom dostávame nulovací impulz vhodne časove posunutý vzhľadom k taktovaciemu a nulovaciemu impulzu.

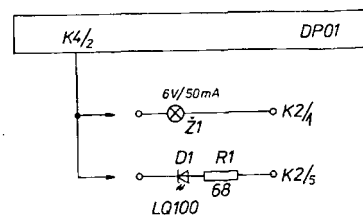
Na doske s plošnými spoji je umiestnený aj obvod indikácie prepĺnenia čítača. Keď sa naplní čítač dekadý najvyššieho rádu (čítač 5) z výstupu D prejde impulz na klopný obvod JK a výstup Q sa preklopí do stavu log. 1, zopne sa tranzistor T3 a rozsvietením žiarovky alebo diody LED (LQ100) sa indikuje prepĺnenie čítača. Po každej perióde taktovacieho impulzu

klopný obvod IO4 nastavujeme nulovacím impulzom cez tranzistor T1 do hodinového vstupu klopného obvodu JK.

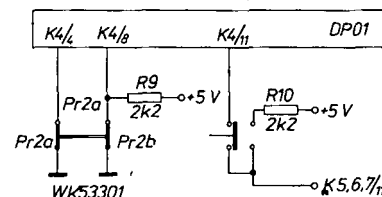
Na plošnom spoji pomocných obvodov sú zároveň vývody pre funkciu čítač impulzov. Úprava je prevedená tak, aby na výstupe IO2 (vývod 08) bola trvale log. 1 a pamäťové obvody stále prenášali vstupnú informáciu na výstup. Ďalej pripojením vstupu hradla IO1d na zem bola vypnutá časová základňa od pomocných obvodov (obr. 28). Priemerný odber zo zdroja bez indikácie prepĺnenia je asi 40 mA. Zosilovací činiteľ  $h_{21e}$  T1-270, T2-320, T3-190 (merané meracím prístrojom PU120).



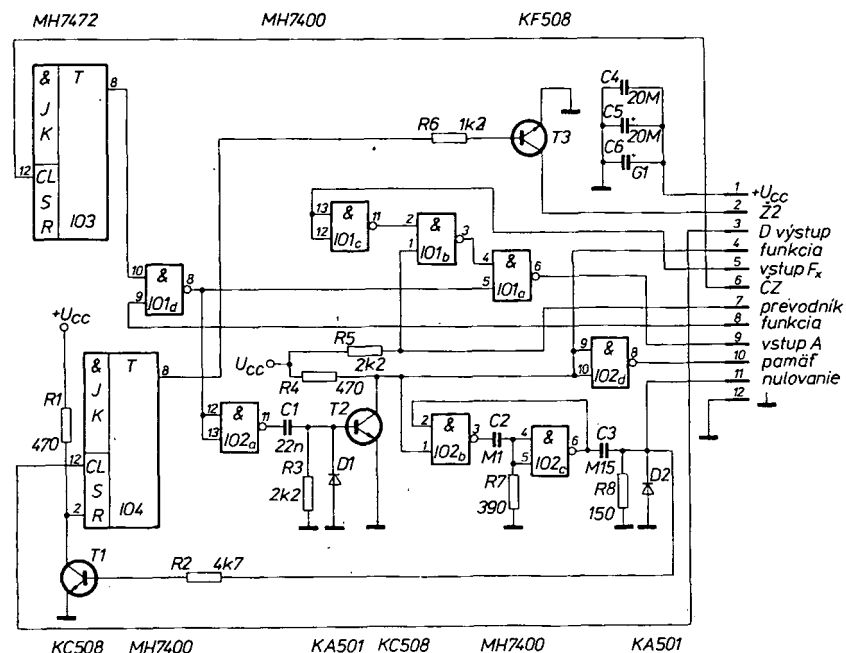
Obr. 26. Časový diagram priebehu impulzov



Obr. 27. Indikácia prepĺnenia čítača

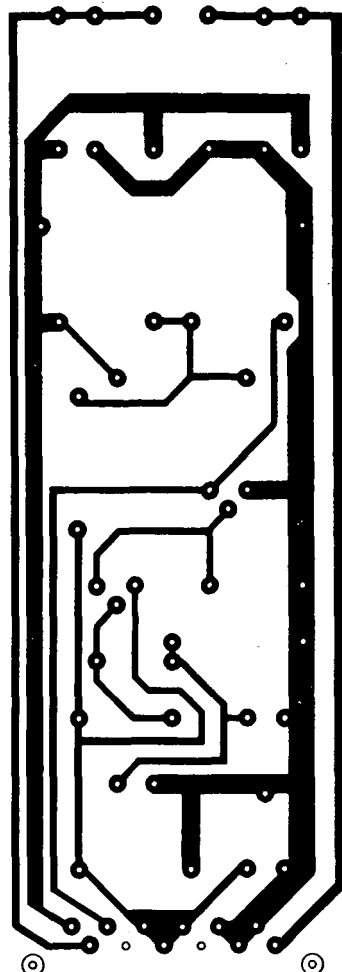


Obr. 28. Prepínanie funkcií čítača

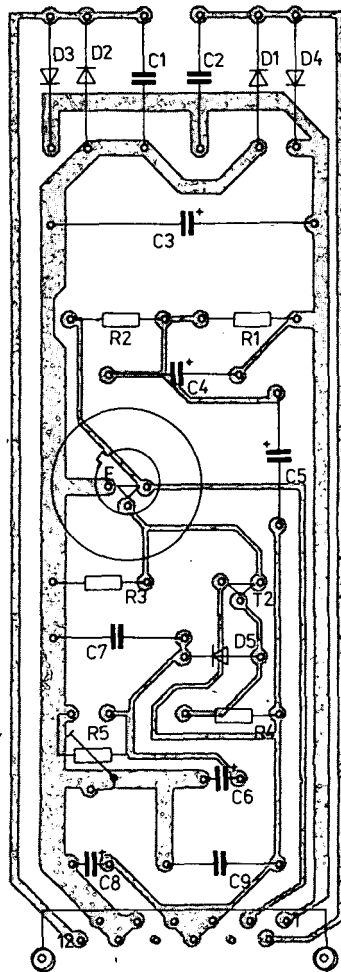


Obr. 23. Pomocné obvody čítača DPO 1

Obr. 10. Obrázec plošných spojov pre stabilizovaný zdroj P308



Obr. 11. Rozloženie súčiastok na doske s plošnými spojmi P308 (stabilizovaný zdroj SZU<sub>cc</sub>)



Diody	Tranzistory	
D1 KY132/80	T1	KF508
D2 KY132/80	T2	KF517
D3 KY132/80		
D4 KY132/80		
D5 KY130/80		

Ostatné  
konektorová vidlica WK 46 205

Zapojenie vývodov konektorové vidlice K1/02 desky P308:

- 01 kolektor tranzistora T3
- 02 striedavé napätie zo sieťového transformátora
- 03 báza tranzistora T3
- 04 nezapojené
- 05 výstup +5 V stab.
- 06 výstup +5 V stab.
- 07 výstup +5 V stab, emitor tranzistora T3
- 08 nezapojené
- 09 výstup zem
- 10 výstup zem
- 11 výstup zem
- 12 striedavé napätie zo sieťového transformátora

### Kruhový čítač (obr. 15 až 20)

Pre dynamický režim práce sedemsegmentovej zobrazovacej jednotky je potrebný kruhový čítač, ktorý postupne prepína informáciu z čítačov a zároveň spína odpovedajúcu sedemsegmentovú zobrazovaciu jednotku. Kruhový čítač je v zapojení s dvomi klopnými obvodmi J-K (MH7472) a jeho činnosť vyplýva z časového diagramu na obr. 21. Ako inventory sú použité tranzistory KC509.

Pre malé nároky na stabilitu kmitočtu hodín je použité jednoduché zapojenie astabilného klopného obvodu s výstupným kmitočtom asi 7 kHz. Vzhľadom k tomu, že počas nulového napätia je medzera, pri ktorej ani jedna zobrazovacia sedemsegmentová jednotka nesvieti, je táto medzera skrátená nesymetrickým priebehom napätia z astabilného klopného obvodu v priemere asi 1:10. Na plošnom spoji sú zároveň umiestnené aj výkonné spínacie tranzistory spoločnej elektródy sedemsegmentovej zobrazovacej jednotky. Vzhľadom k tomu, že sú navrhnuté dva druhy dekodéra pre použitie dvoch druhov sedemsegmentových zob-

Zdroj 5 V/1 A ako modulovú jednotku môžeme nahradiť zapojením s integrovaným obvodom MAA723 podľa obr. 13, kde všetky súčiastky mimo výkonového tranzistora sú na plošnom spoji (obr. 14).

### Použitá literatúra

AR A2/77.  
ST 4/76.  
AR 3/76.  
AR 2/74.

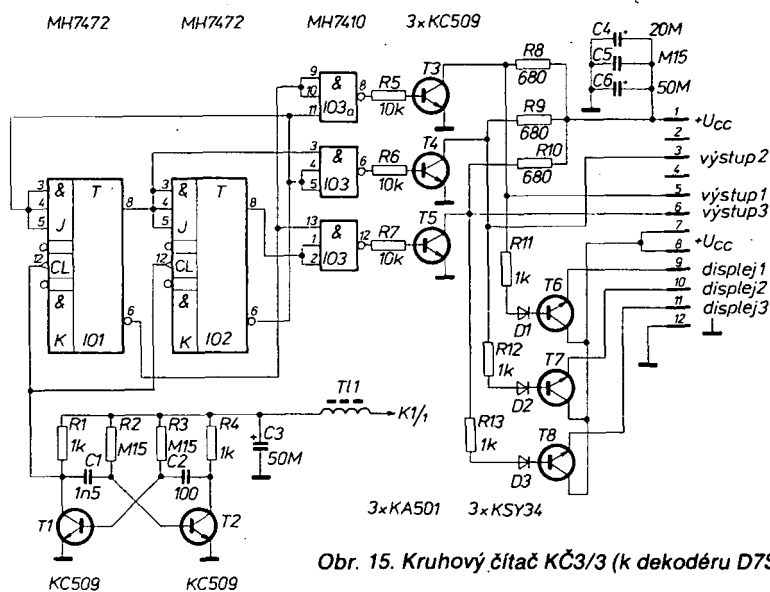
### Soznam súčiastok SZ U<sub>cc</sub> (Stabilizovaný zdroj 5 V)

#### Odpory

R1 56 Ω, TR 221 R4 330 Ω, TR 221  
R2 56 Ω, TR 221 R5 4,7 kΩ, TP 012, trimr  
R3 680 Ω, TR 221

#### Kondenzátory

C1 22 nF, TC 235, svitkový  
C2 22 nF, TC 235, svitkový  
C3 1000 μF, TE 984, elektrolytický  
C4 50 μF, TE 981, elektrolytický  
C5 50 μF, TE 981, elektrolytický  
C6 20 μF, TE 005, elektrolytický  
C7 22 nF, TC 235, svitkový  
C8 200 μF, TE 002, elektrolytický  
C9 15 nF, TC 235, svitkový



Obr. 15. Kruhový čítač KČ3/3 (k dekodéru D7S2)

Odber modulu dekodéra bez spínacích tranzistorov sa pohybuje okolo 70 mA (max. pri svietení čísel 2 a 7), stredný odber so spínacími tranzistormi okolo 125 mA. Tranzistory merané meracím prístrojom PU 120 majú parameter  $h_{21e}$  od 50 do 70.

**Zapojenie vývodov konektorové vidlice K1/11 (plošný spoj P305-D7S2):**

- 01 záporný pól napájania
- 02 záporný pól napájania
- 03 výstup A prvého čítača
- 04 výstup A druhého čítača
- 05 výstup A tretieho čítača
- 06 výstup D prvého čítača
- 07 výstup D druhého čítača
- 08 výstup D tretieho čítača
- 09 výstup C prvého čítača
- 10 výstup C druhého čítača
- 11 výstup C tretieho čítača
- 12 výstup B prvého čítača

- 13 výstup B druhého čítača
- 14 výstup B tretieho čítača
- 15 katóda segment a
- 16 katóda segment g
- 17 katóda segment f
- 18 katóda segment d
- 19 záporný pól napájania
- 20 záporný pól napájania
- 21 katóda segment e
- 22 katóda segment b
- 23 katóda segment c
- 24 +U<sub>cc</sub> pre číslkové obvody

**Zapojenie vývodov z dosky plošného spoja zobrazovacej jednotky P307**

- 01 anoda zobraz. jednotky č. 3
- 02 katóda a
- 03 katóda b
- 04 katóda f
- 05 katóda g
- 06 katóda c
- 07 desatinná bodka 00.0
- 08 anoda zobraz. jednotky č. 2
- 09 anoda zobraz. jednotky č. 1
- 10 desatinná bodka 0.00

**Soznam súčiastok D7S 2**  
(Dekodér BCD/7 segm.)

**Odpory**

- R1 1 kΩ, TR 151
- R2 1 kΩ, TR 151
- R3 1 kΩ, TR 151
- R4 1 kΩ, TR 151
- R5 1 kΩ, TR 151
- R6 1 kΩ, TR 151
- R7 1 kΩ, TR 151

**Diody**

D<sub>1</sub> až D<sub>7</sub> KA501

**Kondenzátory**

- C1 20 μF, TE 981, elektrolytický
- C2 20 μF, TE 981, elektrolytický
- C3 20 μF, TE 981, elektrolytický
- C4 68 nF, TK 782, keramický
- C5 68 nF, TK 782, keramický

**Tranzistory**

- T1 KSY71 IO1 MH7400
- T2 KSY71 IO2 MH7400
- T3 KSY71 IO3 MH7410
- T4 KSY71 IO4 MH7420
- T5 KSY71 IO5 MH7420
- T6 KSY71 IO6 MH7400
- T7 KSY71 IO7 MH7420
- IO8 MH7420

**Ostatné**

konektorová vidlica WK 46 205

**Soznam súčiastok D7S**  
(Dekodér BCD/7 segm.)

**Odpory**

- R1 1 kΩ, TR 151
- R2 1 kΩ, TR 151
- R3 1 kΩ, TR 151
- R4 1 kΩ, TR 151

**Diody**

D<sub>1</sub> až D<sub>7</sub> KA501

- R5 1 kΩ, TR 151
- R6 1 kΩ, TR 151
- R7 1 kΩ, TR 151

**Kondenzátory**

- C1 50 μF, TE 152, elektrolytický
- C2 20 μF, TE 981, elektrolytický
- C3 20 μF, TE 981, elektrolytický
- C4 68 nF, TK 782, keramický
- C5 68 nF, TK 782, keramický

**Tranzistory**

- T1 KSY62B
- T2 KSY62B
- T3 KSY62B
- T4 KSY62B
- T5 KSY62B
- T6 KSY62B
- T7 KSY62B

**Integrované obvody**

- IO1 MH7400
- IO2 MH7400
- IO3 MH7410
- IO4 MH7420
- IO5 MH7420
- IO6 MH7400
- IO7 MH7440
- IO8 MH7440

**Ostatné**

konektorová vidlica WK 46 205

## Stabilizovaný zdroj 5 V/1 A (obr. 9 až 14)

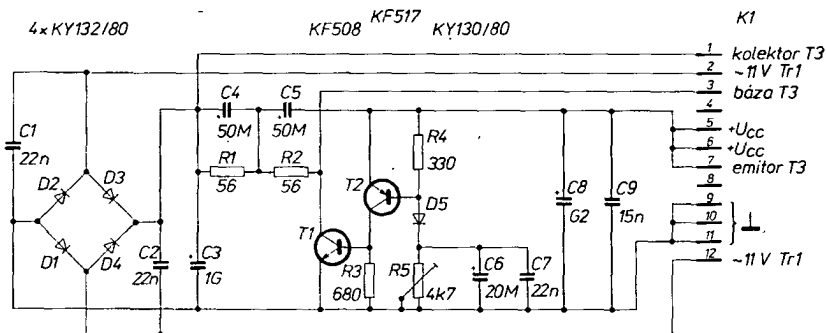
Používané zapojenie zdroja je na jednostrannom plošnom spoji, výkonový tranzistor je upevnený na chladiči mimo modulu zdroja. Elektrické zapojenie pracuje bez referenčného prvku (Zenerovej diódy). Ako riadiaci tranzistor medzi vstupným jednosmerným napätím a výstupným

stabilizovaným napätím je použitý výkonový tranzistor KD601, ktorého  $h_{21e} > 40$ . Ak nemáme možnosť zmerať jeho  $h_{21e}$ , musíme použiť zapojenie podľa obr. 12. Výkonový tranzistor je riadený ako pri klasických zdrojoch, to znamená, že pri zmiernení vstupného napätia alebo zväčšení odberu zo zdroja sa jeho vnútorný odpor zmenší a tým sa dosiahne konštantné napätie na výstupe. Pre dosiahnutie dobrého stabilizačného činiteľa je potrebné, aby každá zmena  $U_{vst}$  sa preniesla do báze tranzistora T1; na to slúži tranzistor T2. Z charakteristík tranzistora KF517 vyplýva, že zmene  $U_{be}$  o 1 % odpovedá zmena kolektorového prúdu o 100 % a táto vlastnosť sa využíva v danom zapojení. Odporovým trimrom R5 sa nastavuje výstupné napätie. Dioda D5 je ochrana tranzistora T2 v prípade skratu na výstupe.

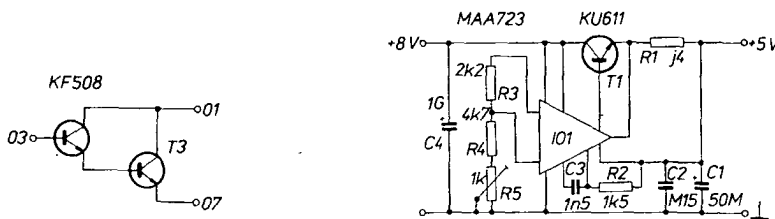
V tabuľke 1 sú uvedené hodnoty napätia merané v jednotlivých bodoch (potrebné pri oživovaní).

Tab. 1.

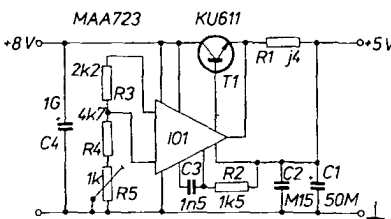
Merací bod	$U_{k1}$ [V]	$U_{k3}$ [V]	$U_{k1}$ [V]	$U_{k2}$ [V]	$U_{b2}$ [V]	$U_{cc}$ [V]	$U_{cc}$ 15 min. [V]
$I_b = 0$ A	11,3	13,3	5,5	0,68	4,4	5,2	5,15
$I_b = 1$ A	10,5	9,95	5,7	0,61	3,39	5,05	5,1



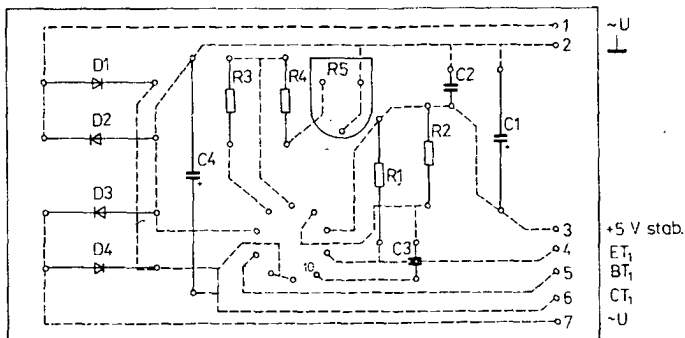
Obr. 9. Stabilizovaný zdroj 5 V/1 A (SZU<sub>cc</sub>)



Obr. 12. Zapojenie výkonového tranzistora

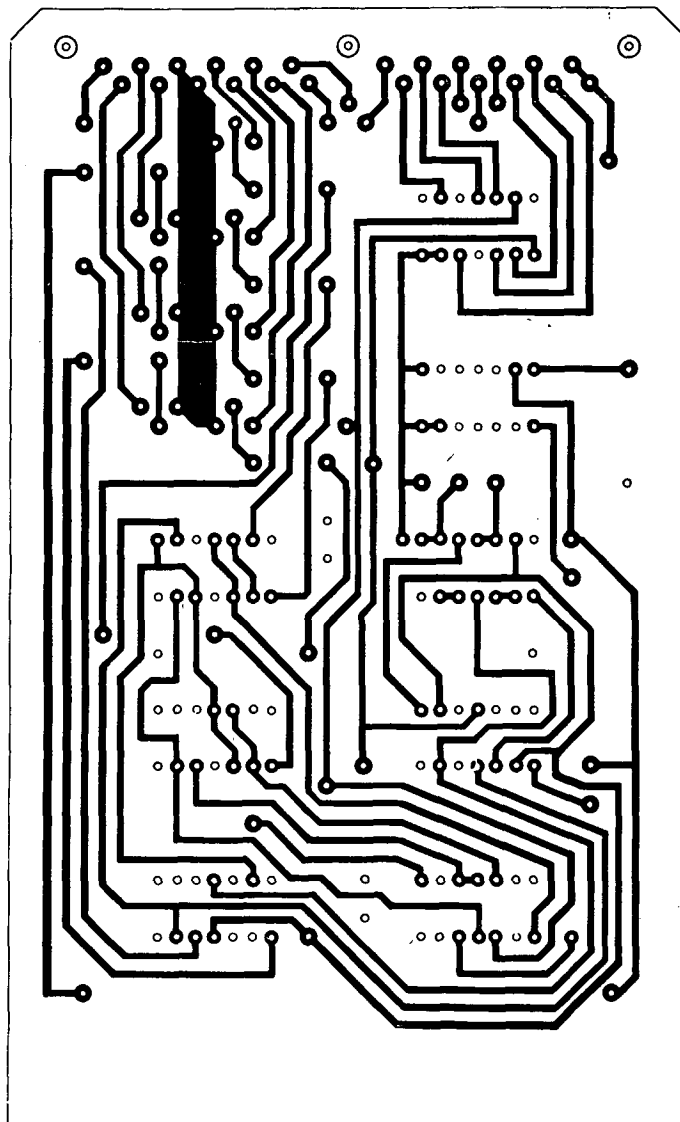
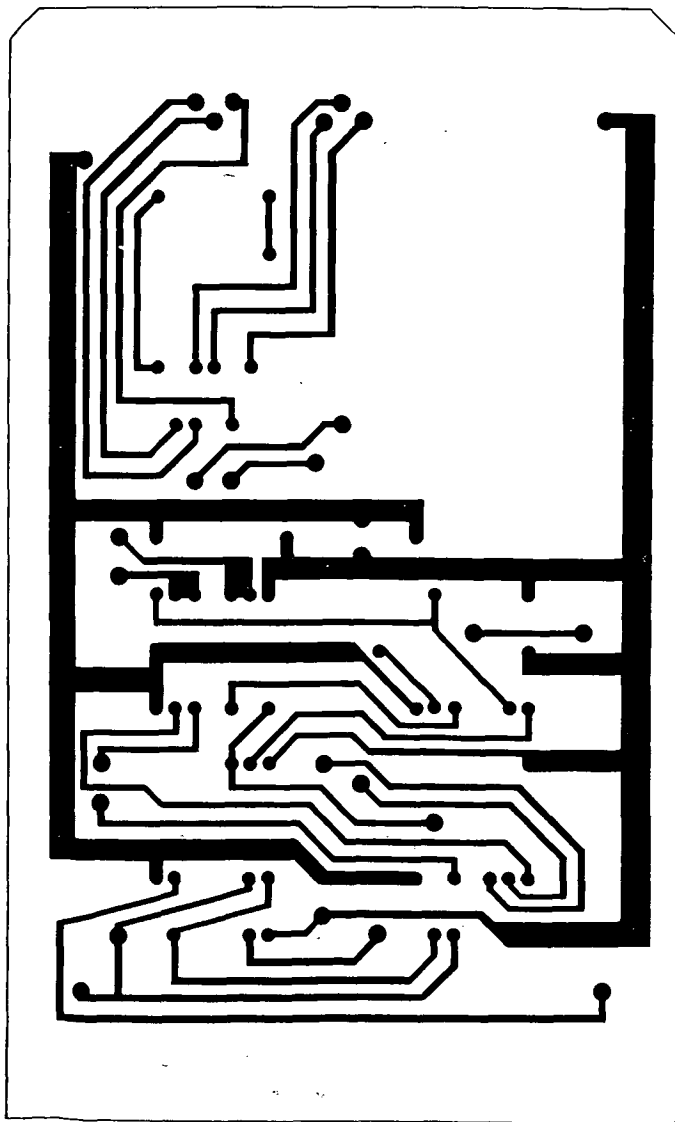


Obr. 13. Stabilizovaný zdroj s MAA723



Do série s odpory R1 až R7 je třeba zapojit diody D1 až D7 a to i na deskách s plošnými spoji na obr. 4 a 5

Obr. 2. Dekodér BCD na 7 segmentov D7S



Obr. 3 a, b. Obrazec plošných spojov pre dekodér D7S2, P305

Väčšina plošných spojov je navrhnutá ako obojstranné spoje vzhľadom na hustotu spojov u IO. Rozvod napájania je prevedený zo strany súčiastok, kde sú aj niektoré funkčné spoje. Elektrické prepojenie obojstranných plošných spojov je riešené prepinkami z pocínovaného drôtu  $\varnothing$  0,8 mm, v niektorých prípadoch je využitý vývod súčiastky pájkovaný z dvoch strán. Rozmery plošných spojov sú určené pre stavebnicovú skriňu WK 127 03 (55 x 174 mm), prípadne je možnosť zúženia plošných spojov na šírku 45 mm a vyrobenie vlastného šasi o menšej výške.

2. Segment b nesvieti vtedy, ak je na bázi tranzistora T2 úroveň log. 0.  
A . B = 0, C = 1, A + B = 1.

3. Segment c nesvieti vtedy, ak je na bázi tranzistora T3 úroveň log. 0.  
 $A + C + \bar{B} = 0$ .

4. Segment d nesvieti vtedy, ak je na bázi tranzistora T4 úroveň log. 0.  
 $A + C = 1, A \cdot \bar{B} \cdot C = 0, \bar{A} \cdot B = 0,$   
 $B \cdot \bar{C} = 0.$

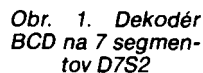
5. Segment e nesvieti vtedy, ak je na bázi tranzistora T5 úroveň log. 0.  
 $A + C = 1, \overline{A}, B = 0.$

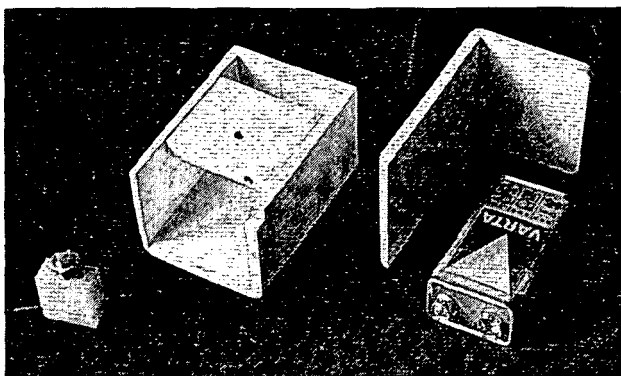
6. Segment f nesvieti vtedy, ak je na bázi tranzistora T6 úroveň log. 0.  
 $A \cdot \overline{B} (C + D) = 0, \overline{A} \cdot B = 0, \overline{A} \cdot C = 0,$   
 $D = 0.$

7. Segment g nesvieti vtedy, ak je na bázi tranzistora T7 úroveň log. 0.  
 $D = 0, A \cdot \overline{B} \cdot (C + D) = 0, \overline{A} \cdot C = 0,$   
 $B \cdot \overline{C} = 0.$

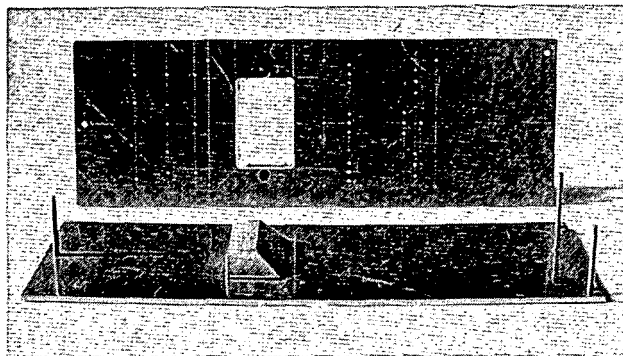
Podmienky platiace pre jednotlivé segmenty musia pre displej platiť súčasne. Podľa pravidiel Booleovej algebry je treba všetky tieto podmienky zlúčiť do jedného vzťahu a na základe tohto vzťahu vytvoriť z hradiel sieť dekodéra.

Dekadické číslo	Výstupný čítač				Svietia segmenty x								
	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g		
0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	—		
1	1	0	0	0	—	x	x	—	—	—	—		
2	0	1	0	0	x	x	—	—	x	—	x		
3	1	1	0	0	x	x	x	x	—	—	x		
4	0	0	1	0	—	x	x	—	—	x	x		
5	1	0	1	0	x	—	x	x	—	x	x		
6	0	1	1	0	x	—	x	x	x	x	—		
7	1	1	1	0	x	x	x	x	—	—	—		
8	0	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x		
9	1	0	0	1	x	x	x	x	—	x	x		

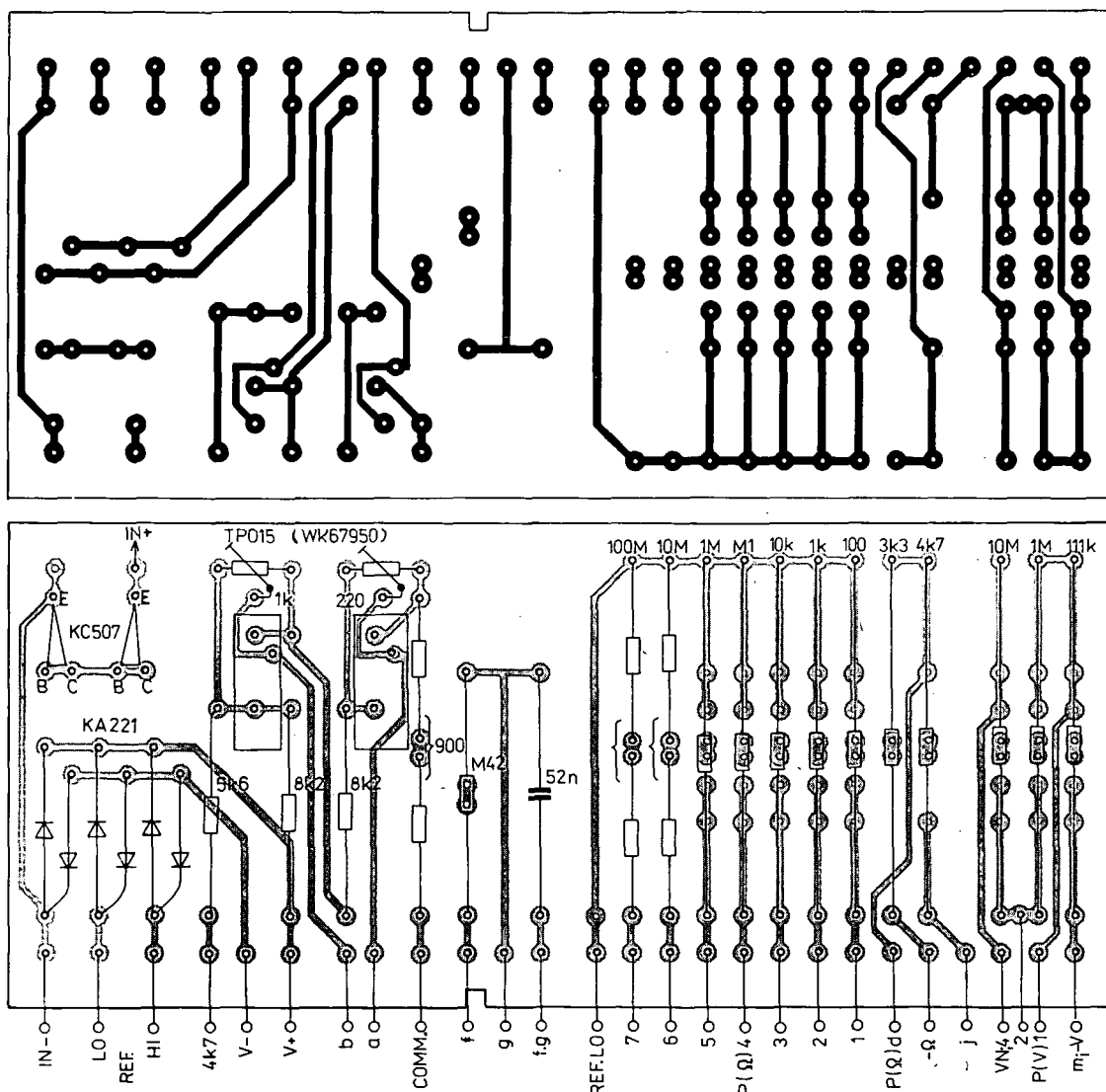




Obr. 13. Schránka na destičkovou baterii 51 D pro typ LCD. Vlevo je posuvný spínač, jímž lze nahradit spínač typu Isostat, použitý v přístroji



Obr. 14. Přípravek pro vylisování (za tepla) zešikmeného průhledu do panelu, využitý zároveň jako vrtací šablona otvorů do stěn skříňky a do subpanelu A. Obě části formy mohou být zhotoveny i z tvrdého dřeva



Obr. 15a. Deska s plošnými spoji A (P303) a rozložení součástek. Vícenásobné pájecí body umožňují skládat několik odporů a tak dosáhnout požadovaných přesných hodnot

Dále je nutno zabezpečit správné propojení tří spojových desek s čtyřmi přepínači s celkem 168 kontakty a s čtyřmi vstupy. K tomu jsou dvě pomůcky: předně vhodný, „přizpůsobivý“ držák subpanelu, desek a vstupní svorkovnice podle obr. 16, za druhé trpělivost nejen k předkreslení zapojovacího plánu od desek na kon-

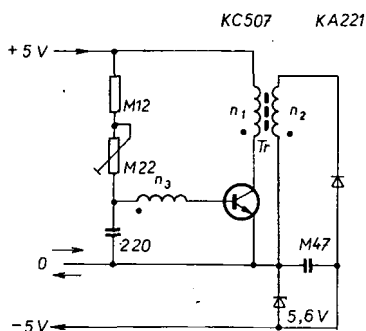
taktové pole přepínačů, ale i k pozorné práci a k pečlivé kontrole. Nákladnost materiálů a složitost práce činí tato opatření nezbytnými i pro zkušeného pracovníka.

Kontakty jednotlivých přepínačů předem ocínujeme a propojíme navzájem; zkontrolujeme lupou kvalitu a správnost

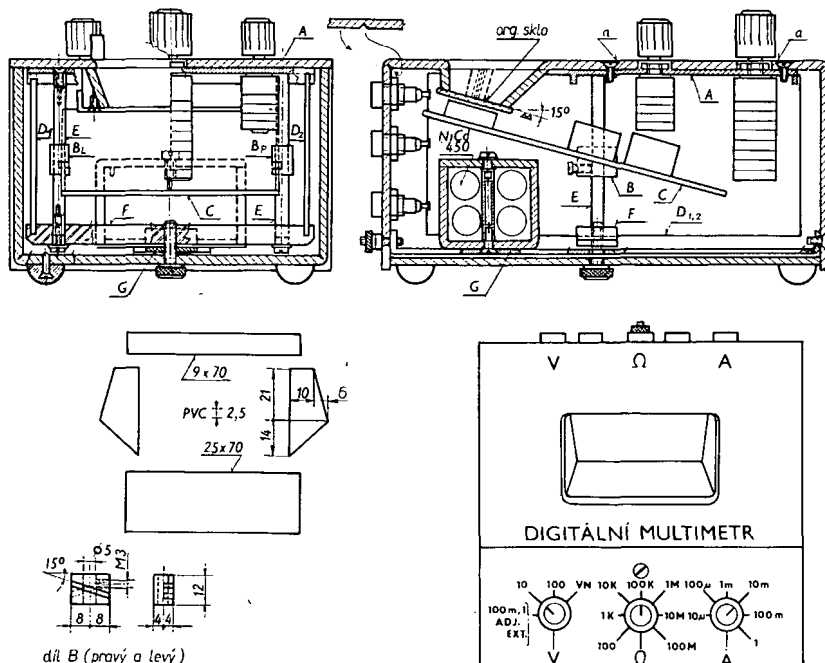
spojů a teprve pak upevníme přepínače na subpanel. Nejprve propojíme samotné přepínače, potom vložíme osazené desky s plošnými spoji a pomocnou svorkovnicí s devíti pájecími špičkami pro vstupy; a připojíme i je. Za použití antistatické ochrany vložíme pak do držáku desku základní jednotky a dokončíme zapojení.

V referenčním obvodu přibyl trimr 4,7 k $\Omega$  pro obor ADJ. jímž lze nastavit referenční napětí podle potřeby mezi nulou až 0,5 V (např. pro měření teploty podle obr. 7b). V přepínači integračního a nulovacího obvodu je vypuštěn kontakt g a kondenzátor 52 nF pro úsporu jednoho paketu v přepínači OBOR. Napájení typu s LED zabezpečuje jediný zdroj, a to buď plochá baterie 4,5 V, nebo čtyři akumulátory NiCd 450; napětí pro zápornou větev poskytuje střídač, viz obr. 11.

Hlavní obory funkce s příslušnými přepínači rozsahů s předřadnými obvody se volí připojováním příslušných obvodů k základní jednotce dvojicemi kontaktů přepínače OBOR. Dělič pro vyšší rozsahy napětí se v podstatě shoduje se zapojením na obr. 6b až na to, že je využit výhodnější výchozí rozsah 1 V. Vn sonda má samostatný vstup a v příslušné poloze rozsahového přepínače P (V) je vstup do 100 V odpojen.



Obr. 11. Schéma zapojení střídače pro získání záporného napájecího napětí u typu LED. Tr – jádro: EE o průřezu 3 x 3 mm nebo pod. z nf feritu (H20); vinutí:  $n_1$  70 z,  $n_2$  35 z,  $n_3$  18 z drátu CuL o  $\varnothing$  0,15 mm. Všechna vinutí v jednom směru



Obr. 12. Sestava mechanických částí a konečná úprava popisu panelu. Vlevo je síť zešikmeného průhledu pro úpravu lepenou verzí, pod ní je výkres dílů B k upevnění základní desky v šikmé poloze na sloupcích E

Při měření odporu se normálové odpory připojují přepínačem P ( $\Omega$ ). Měřicí proud se odebírá z napájecího zdroje přes omezovací dělič (4,7 + 3,3) k $\Omega$ , aby se měřicí napětí nemohlo zvětšit nad 1 V ani na rozsahu 10 k $\Omega$  a výše.

Uspořádání bočnicku pro měření proudu se shoduje se zapojením na obr. 6c; pro usnadnění práce byl však bočník sestaven z hodnot 1, 10, 100 atd., které se snáze vybírají. Pokud jsou po ruce destičkové odpory TESLA WK 681.xx s tolerancí 0,1 %, je sestavení předřadných obvodů velmi usnadněno. Bočník s odporem 111... by ovšem dával pro jmenovitý proud 111 mV místo náležející 100 mV. Oprava je snadná, stačí bočník zatížit devitinásobkem jeho odporu, v tomto případě 100 k $\Omega$ .

Proudový obvod je ohrožen chybným připojením na značné napětí; proto obsahuje pojistku 2 A a dvě výkonové diody zapojené „proti sobě“ jako ochrana. Vodiče označené Q mají větší průřez, aby větší proud, který vedou, nezvětšoval úbytek napětí na ampérmetru. Pro spoje, označené písmenem X v obvodu pro měření odporu, je radno použít vodiče s dobrou izolací (PE nebo silikonový kaučuk), protože případný svod při spojování vodičů do svazku by mohl ovlivnit přesnost rozsahů 10 a 100 M $\Omega$ .

Desetinná tečka se při přepínání rozsahů přemísťuje dalšími kontakty přepínačů, které v příslušné poloze přepínače OBOR zapojí kontakty n, k, r. Při VN, ADJ. a EXT. umístíme tečku podle potřeby rozsahovým přepínačem proudu, který je při těchto oborech k tomuto účelu využit.

Zdířka REF.LO. a vodič IN – jsou ve schématu na obr. 10 spojeny s nulou COMM. základní jednotky a převodníku A/D, a nemusely by tedy být jištěny diodami. V aplikačních návodech však výrobce uvádí zapojení, v němž mohou být uvedené body od COMM. odpojeny; pak jsou

však vystaveny nebezpečí průrazu a je lépe je také chránit. Aby jištění bylo účinné, je nutno připojit přívody od ochranných diod na základní desku co nejtěsněji k převodníku A/D. Bude-li stavběnice zapojena v nějakém unikátním použití, mohou být přebytné ochrany vypuštěny.

## Mechanická koncepce

Mechanické uspořádání přístroje je patrné z obr. 12 a ze snímků. Základem konstrukce je subpanel A z hliníkového plechu. Nese čtyři přepínače, hlavní spínač a trimr referenčního napětí oboru ADJ, a je připevněn k hornímu dílu skříňky dvěma šrouby a. Po stranách jsou k subpanelu přišroubovány dva sloupky E, na nichž je pomocí dílů („ofířků“) B držena v šikmé poloze základní deska s plošnými spoji C. Vně sloupek E jsou upevněny desky s plošnými spoji D1, D2. Jsou zasazeny v drážkách v ohnutých okrajích subpanelu, shora je drží příčný nosník F z tvrdé tkaniny (Umatex, texgumoid) přišroubovaný ke sloupkům E.

Pod nosníkem F prochází v podélné ose skříňky rozpěrací pásek G, který spojuje přední a zadní stěnu horní části skříňky a tím ji vyztužuje. Je na něm upevněna novodurová krabice pro akumulátory NiCd nebo pro destičkovou baterii 9 V (obr. 13). V místě křížení F a G je otvor pro šroub M4, kterým je připevněna spodní část skříňky s pryžovými nožkami.

Skříňka je vyrobena ohýbací technologií [4] z bílého a hnědoružového novoduru tloušťky asi 3,5 mm. Pro zabezpečení přesnosti, která je podmínkou pěkného vzhledu, je radno předem vyplouvat v místech ohybů trojúhelníkové drážky asi do poloviny tloušťky stěny. Průzor v horní stěně lze buď vylišovat za tepla, nebo vlepít. K vylišování je nutný přípravek podle obr. 14 a deska musí být o něco širší, aby bylo možno odříznout lisováním vtažené okraje. Před lisováním se příslušná část desky opatrně nahřeje až do změknutí. Porušený povrch novoduru lze vyběrsat za mokra brusným papírem podobně, jako se brousí lak. Proti zašpinění se povrch chrání nastříkáním čirým nitrolakem, čímž se také usnadní popis, ať šablonkou a tuší, nebo suchými otisky (Propisot, Transotyp); popis po zaschnutí opět přestříkneme lakem (ústním rozprašovačem – fixírkou).

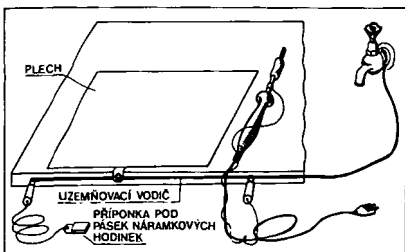
Zapojení obvodu usnadňují desky s plošnými spoji podle obr. 15. Některé jejich pájecí body jsou vícenásobné, aby bylo možno přesné odpory skládat z několika a také aby pájecí body vyhověly pro obvyklé i pro destičkové odpory. Přicházejí v úvahu také válečkové metalizované odpory; jen v nouzi a pro odpory větší než 1 M $\Omega$  je možno se spokojit s uhlíkovými. Se zřetelem na jejich omezenou stálost nemá smysl snažit se u nich omezit odchylky pod 1 %. Bočníky do 10  $\Omega$  zhotovíme z drátu, odpor 0,111  $\Omega$  popř. z pásku (manganin nebo konstantan, aby je bylo možné spájet).

Jako seřizovací odpory jsou nejlepší šroubovací trimry TESLA WK 679 50, u kterých lze odpor jemně nastavovat. V nouzi lze použít vrstevné trimry TP 015 apod., pro něž jsou v desce rovněž otvory. Jejich menší rozlišení a stálost poněkud nahradí zúžení rozmezí proti původnímu zapojení základní jednotky. K vyhledání přesných hodnot odporů je zapotřebí můstek s přesností aspoň 0,1 %, např. Metra MLG.

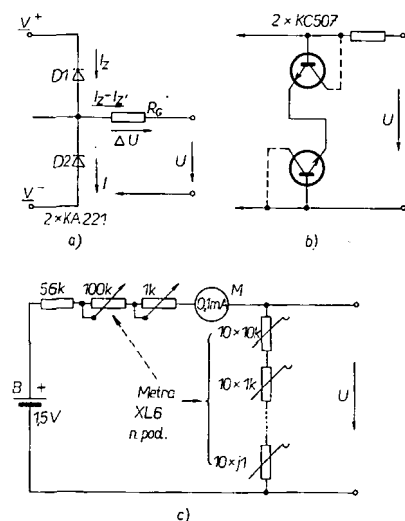
## Zvláštnosti práce s obvody CMOS

Tento odstavec by měl být v povědomí dříve, než pracovník vezme do rukou stavebnici a zejména převodník A/D. Jeho citlivé struktury, vyrobené technologií CMOS, hrozí průraz už při napětí několika desítek voltů. Izolační odpory jsou tu větší než  $10^9 \Omega$  a kapacity jsou řádu jednotek pF, takže stačí nepatrný náboj a energie, o několik řádů překračované při zacházení s plastickými hmotami v dnešním textilu a v podlahových krytinách. Podobně jako u tuzemských tranzistorů MOS (KF521) znamená každý průraz trvalé zničení součástky. Přitom někteří distributoři opomíjejí důrazné varovat zákazníky a dodávají převodníky v plastických sáčcích bez ochranné vodivé pryže. Na průraz statickým napětím se samozřejmě nevztahuje záruka.

Antistatické opatření znemožňuje, aby mezi citlivými vývody působilo napětí větší, než několik voltů, a tím zajišťuje bezpečnost součástek MOS. Je třeba vodiče spojit převodník A/D, tj. jeho napájecí, popř. nulový (zemní) obvod, pracovníka, nástroje, které s pracovníkem přijdou ve styk a uzemnění (obr. 4). Nástroje s kovo-



**Obr. 4. Antistatické uspořádání pracoviště pro ochranu převodníku A/D, vyrobeného technologií CMOS, proti průrazu. Jeho použití je nezbytné, kdykoli se manipuluje s nechráněnými vývody převodníku**



Obr. 5 a – ochrana citlivého přívodu obvodu CMOS proti přepětí; křemíkové diody, zapojené v závěrném směru mezi přívody napájení, znemožňují, aby napětí přívodu vybočilo z rozmezí  $V^+$  až  $V^-$ ; b – omezení napětí mezi dvěma citlivými přívody na asi  $\pm 7$  V; c – improvizovaný cejchovací obvod pro zkoušky a seřízení základní jednotky

vými rukojedmi jsou nulovány držením v ruce; nástroje izolované (páječka) musí mít vlastní zemnicí spoj. Pistolovou páječku nepoužívejme a nepracujeme v částech oděvu, na kterých snadno vzniká elektrostatický náboj (projevuje se slyšitelným jiskřením při svlékání).

Po zasazení do desky s plošnými spoji s plným obsazením a v původní úpravě se převodník stane bezpečnějším. Neení-li však vývod REF. HI nebo IN LO zapojen do obvodu, je příslušný vývod stejně citlivý, jako samotný převodník, a neopatrnou manipulací se může zničit, i když je uložen uvnitř skříňky přístroje. Volné vývody můžeme chránit buď předepjatými malými diodami, pokud je přípustný vodivý proud řádu jednotek nanoampérů, nebo diodami, tvořenými přechodem báze–emitor malého křemíkového tranzistoru, zapojenými proti sobě do série, smí-li být proud jen řádu desítek pikoampérů (obr. 5 a, b). Kdykoliv podnikáme se svým měřidlem něco neobvyklého, nezapomeňme použít antistatické opatření. Je také užitečné předem pozorně pročíst prospekty, přidávané ke stavebnici, a všechny důležité údaje a varování červeně zaškrtnat.

## Sestavení základní jednotky

do hotové desky s plošnými spoji je snadné. Začneme svorkami, zkušebními body, pasívními součástkami a spojovacími mřížky. Pro převodník A/D a pro LCD zapájíme do desky řadové kontaktové lišty MOLEX; číselníkové díly LED jsou zapájeny přímo do desky. Zbytky kalafuny odstraníme etylalkoholem denaturovaným benzinem; součástkám nevadí, ale povrch displeje LED se segmenty chráníme před smocněním. Připojíme přívody napájení ze spínačem; u typu s LED vyhoví dvě ploché baterie se spínači v přívodech kladného i záporného napětí, u typu s LCD stačí destičková baterie 51D s jednoduchým spínačem.

po zapájení zmíněných součástek do desky a omytí tavidla prohlédneme lupou spoje bod po bodu. Hledání závady až po úplném sestavení je pracné a riskantní.

Zatím jsme pracovali bez antistatické ochrany, při další práci ji použijeme v plném rozsahu.

Těsně před nasazením převodníku, popř. displeje LCD, odlomíme spojovací můstek kontaktních listů MOLEX, aby byl co nejdéle zajištěn náležitý zákryt kontaktů. Na příslušné místo a ve správné orientaci podle návodu přiložíme displej LCD k zástrčkám a přesvědčíme se, že kolíčky směřují správně proti dutinkám. U mého číselníku bylo nutno vývody dost podstatně přihnout (opřením o pravítko), aby rozestup řad souhlasil se zástrčkami. Opatrně zatlačíme pouzdro do zástrčky; přitom si můžeme pomoci tak, že mírně uvolníme pružinky hrotem tlustší jehly. Stejně opatrně postupujeme při vkládání převodníku A/D.

## Uvedení do chodu

Zkratovací spojkou na vstupu + IN – zabezpečíme nulový signál, načež připojíme baterie. Číselník se má rozsvítit a ukázat 000. To je doklad správné činnosti.

Připravíme si zdroj signálu podle obr. 5c; do odporové dekády zavedeme proud přesně 0,1 mA. Na každém ohmu odporu dekády tak vznikne napětí 100  $\mu$ V, což je právě rozlišení základní jednotky. Připojíme-li na její vstup zdroj signálu, nastavený na 100 mV (tj.  $R = 1000 \Omega$ ), musí se na

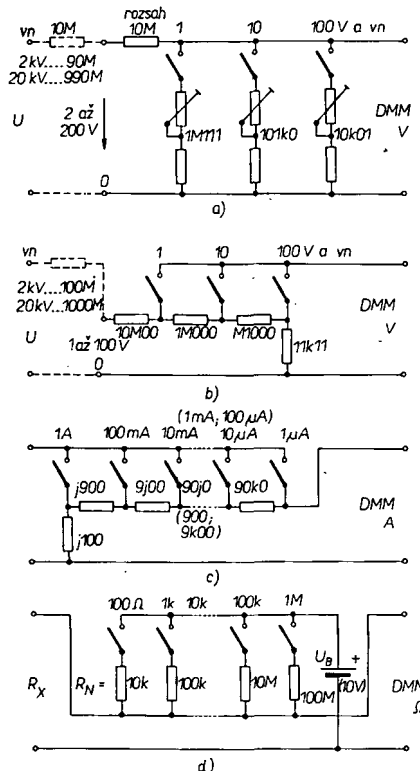
číselníku objevit 1000. Zpravidla tomu tak není a musíme nastavit tento údaj odpovídajícím trimrem „Trimpot“ 1 kΩ, označeným v návodu a na desce jako R4. Pak je údaj jednotky stejně přesný, jako náš zdroj signálu, tj. miliampérmetr a dekáda.

Až na malé rozdíly je postup práce stejný pro oba druhy převodníku, LCD i LED. Pro předběžné využití, popř. pro další manipulaci, je vhodné zhotovit si pro uložení základní jednotky plochou krabičku s víkem na ochranu před poškozením. Možnosti použití jsou zatím omezené, ale stačí např. k měření termoelektrického napětí, napětí improvizovaného galvanického článku z dvou různých mincí s navlhčeným papírem mezi nimi apod. Měřený zdroj není téměř zatěžován, protože vstupní odpor číslicového měřidla je podle údajů výrobce větší než 1000 MΩ. Přístroj udává i polaritu napětí: údaj bez znaménka znamená, že je na svorce IN + kladný pól; je-li před údajem znaménko mínus, je na svorce IN + záporný pól.

## Stejnoseměrný voltmetr

s podstatně širším využitím získáme nejrychleji jednoduchým doplňkém (obr. 2), zapojeným podle obr. 6a nebo 6b. Na malé izolační desce je čtyřpolohový přepínač a několik odporů, které tvoří dělič s poměry 1:10:100. Dělič poskytuje rozsahy 1, 10 a 100 V, zase s přesahy 1,999. Ještě vyšší rozsahy napětí získáme nejlépe vnějšími předřadnými odpory, umístěnými ve vhodné sondě.

Zapojení podle obr. 6a umožňuje seřadit souhlas jednotlivých rozsahů proměn-



Obr. 6. Jednoduché adaptory pro hlavní obory činnosti: a – dělič napětí s nastavitelným dolním odporem a s nezávislým seřizováním rozsahů; b – dělič s odbočkami pro použití přesných odporů; c – Ayrtonův bočník pro několik rozsahů ss proudu; d – jednoduchý obvod pro měření odporů s přibližně lineárním údajem



# Stejnoseměrný číslicový » MULTIMETR «

**M. Pacák**

## Část první

**Popis vývojové konstrukce mnohostranného číslicového měřicího přístroje s využitím stavebnice a s postupným rozšiřováním jednoduchými úpravami a doplňky. V druhé části příspěvku je popsána souborná úprava přístroje s třemi hlavními obory (ss napětí a proud, odpor) a s třemi pomocnými obory (100 mV, nastavitelný rozsah až 500 mV, použití vnější reference) pro zvláštní použití, jako měření teploty, automatická váha apod.**

Číslicový údaj vítězí dnes nad analogovým pro své neomezené rozlišení a možnost dosáhnout větší přesnosti a stává se i mimo výpočetní techniku standardním způsobem získávání a předvádění hodnot. Oblibu digitalizace dokládá nejen rostoucí použití pouličních, náramkových a stolních číslicových hodin, ale i bohatý sortiment číslicových měřicích přístrojů na světovém trhu. Přestože jsou tyto přístroje značně složitější a nákladnější a mají i nevýhody, zejména nenázornost údaje a trendu, nahradila číslicová měřidla značnou část ručkových přístrojů v laboratořích a začínají už být předmětem zájmu amatérů. Dokládají to stále přibývající praktické návody k jejich stavbě, viz [1].

Původní číslicová měřidla s využitím malé integrace byla technicky i finančně velmi náročná. Svěpomocnou stavbu číslicových přístrojů usnadnily obvody s velkou integrací, zahrnující ve své struktuře všechny funkce číslicového měřidla, viz [3 a, b]. Příkladem mohou být monolitické obvody Intersil typu 7106 nebo 7107 [2]. Kromě číselníku, desky s plošnými spoji a několika vnějších součástek (což všechno dodává výrobce v tzv. vyhodnocovací stavebnici – evaluation kit), je třeba jen asi jedna hodina práce k sestavení číslicového voltmetru s rozsahem 199,9 mV. Všeobecné měřidlo, sestavené z této stavebnice, popisoval článek [3c]. Měřidlo ss a st napětí a proud, a odpor. Získat stavebnici z dovozu není jednoduché ani levné, ale zájem o ni je přesto značný. Se zřetelem k tomu může přijít vhod návod k uspořádání, omezenému sice zatím na ss měření, ale uzpůsobenému pro další, méně běžné aplikace. Nejprve je popsána základní jednotka s jednoduchými doplňky, dále její rozšíření rozsahem 1 V a poměrovým měřením odporů, a konečně kompaktní úprava přístroje (obr. 1, 2. str. obálky). Zájemce může přizpůsobit rychlost postupu svým možnostem, získá snadno potřebné znalosti a riziko neúspěchu se zmenší.

## Základní jednotka

Provedení základní jednotky stavebnice ICL je dvojitý: s číselníkem z tekutých krystalů (LCD) s označením 7106 a s číselníkem ze svítivých diod (LED), označení 7107. První druh má velmi malou spotřebu

(9 V/1,5 mA) a je tedy vhodný k napájení z baterie (obr. 2, 2. str. obálky). Černé číslice na šedém číselníku jsou ovšem viditelné jen na světle. Druh se svítivými diodami má údaj, svítící jasně červeně, a dobře viditelný i za tmy; potřebuje však k napájení  $\pm 5$  V, přičemž odebírá ze zdroje kladného napájecího napětí proud až 150 mA (asi 7 mA na jeden segment číslice), ze zdroje záporného napětí jen 1 mA. K napájení první verze postačí destičková baterie 9 V (typ 51D), pro druhou vyhoví buď dvě ploché baterie (po vyčerpání jedné je lze vystřídat), nebo čtyři články NiCd 460 jako zdroj kladného napětí přímo a záporného napětí pomocí jednoduchého střídače. Lze použít také dobíječ, nebo pouze napájení ze sítě.

## Činnost zapojení

Oba typy pracují na základě tzv. dvojí integrace se samočinným nulováním. Měřené napětí, vedené přes sledovač se zesílením 1, se integruje po dobu určitého

počtu  $N$  impulsů vestavěného generátoru; u třímístného údaje bývá  $N = 1000$ . Kondenzátor integrátoru se přitom nabíje na napětí, úměrné střední hodnotě měřeného napětí, tj.

$$U_c = U_1 \frac{1000}{\tau}$$

V následujícím časovém intervalu se toto napětí vybíjí rychlostí, úměrnou referenčnímu napětí  $U_{REF} = 100,0$  mV. Doba vybití na  $U_c = 0$  se měří počítáním impulsů. Jejich počet, udaný na číselníku, si označme ( $\Delta$ DAJ);

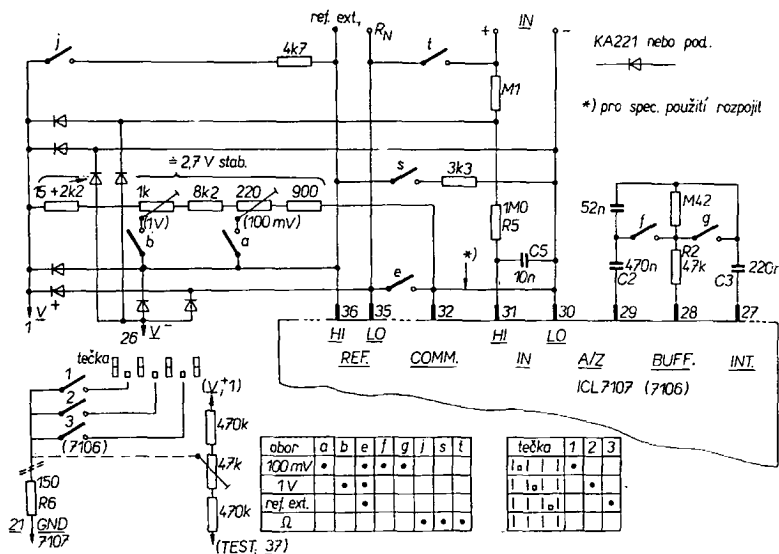
$$U_c = U_{REF} \frac{(\Delta \text{DAJ})}{\tau}$$

$\tau$  je v obou případech časová konstanta integračního obvodu  $C3, R2$ , viz obr. 3. Levé strany vztahů jsou stejné, spojením obou vztahů určíme základní vzorec číslicového měření s dvojí integrací:

$$U_1 = U_{REF} \frac{(\Delta \text{DAJ})}{1000}$$

Kromě toho probíhá ještě třetí integrace, při níž se měřený signál odpojí, vstup obvodu se spojí nakrátko a zpětnovazební smyčka se uzavře přes kondenzátor  $C2$ , představující paměťovou kapacitu, který se podobně jako předtím nabije na napětí, rovné ss rušivému signálu soustavy. Obvod je uspořádán tak, že při následujícím měřicím intervalu se odečte napětí na  $C2$  od  $U_c$  a tím kompenzuje rušivý signál.

Metoda dvojí integrace má tu přednost, že se střídavé složky, působící spolu s měřeným signálem, zruší, je-li integrační interval celistvým násobkem jejich periody. Toho se využívá k potlačení síťového kmitočtu. Původní stavebnice ICL má však kmitočet generátoru přizpůsoben 60 Hz, používaným v USA. St složku omezuje jen vstupní filtr  $C5, R5$ , jehož účinek je při 50 Hz nepatrný. Pro 50 Hz je nutno zvýšit kmitočet generátoru z původních 48 kHz na 50 kHz tím, že se odpor  $R3$  nebo kapacita  $C4$  zmenší o 4 %.



Obr. 3. Zapojení základní jednotky, rozšířené o rozsah 1 V (s velkým vstupním odporem), poměrové měření odporů a měření s vnějším referenčním zdrojem. Všechny citlivé vývody převodníku jsou chráněny. Podtržené označení vývodů souhlasí s dokumentací Intersil

polem svítivých diod a na vstup se připojí generátor hodinových impulsů.

Při kmitočtu 1 Hz lze sledovat, zda obvod „překlápí“ podle pravdivostní tabulky. V tomto zapojení se nechá IO pracovat asi hodinu. Průběžně lze měnit kmitočet vstupních hodinových impulsů. Po uplynutí této doby se ještě jednou přesvědčíme podle pravdivostní tabulky, zda se neprojevila v tomto dynamickém režimu zkoušená nějaká závada.

S IO, které prošly tímto jednoduchým testem, zatím nebyly po zapojení do desky s plošnými spoji problémy.

Testovacího přípravku lze taktéž využít při ověřování zapojení na deskách s plošnými spoji. Do bodů, v nichž chceme kontrolovat úroveň, se připojí „vstupy“ svítivých diod kabelíky s upravenými konci.

Nemá-li zapojení na desce s plošnými spoji vlastní zdroj impulsů, lze s výhodou použít pro ověřování zapojení výstupní signál z obvodů tlačítek (obr. 3), nebo generátor hodinových impulsů tohoto zkoušeče.

Při použití dvou stabilizovaných zdrojů 5 V se nesmí zapomenout propojit zdířku na testovacím přípravku označenou  $\perp$  se zemí na testované destičce.

Popsaný jednoduchý zkoušeč IO je užitečnou pomůckou jak pro začátečníky v číslicové technice, tak i pro pokročilejší. Pro širší použití je zhotovena, nebo se tvoří řada doplňků, které rozšiřují možnosti – lze testovat IO určené např. pro zobrazovací displeje a jiné, které vyžadují odlišný testovací režim oproti běžným číslicovým IO. V některých zapojeních je např. nutno znát dobu zpoždění IO atp. Měřit dobu zpoždění lze snadno, je-li k dispozici osciloskop – ten však není každému dostupný. Proto v současné době ověřujeme doplněk k popsanému zkoušeči IO s ručkovým ukazatelem.

## Rychlá logická sonda

Ing. Luděk Ruffer

Při práci s číslicovými integrovanými obvody se pro indikaci statického, ale především dynamického stavu používá osciloskop nebo logická sonda. Dosud publikované logické sondy neumožňují indikovat přítomnost velmi krátkých impulsů. Při použití osciloskopu jsou kladeny velké nároky na jeho šířku pásma a synchronizační obvody. Popisovaná rychlá logická sonda je schopna indikovat jednotlivé impulsy kratší než 10 ns.

### Princip zapojení

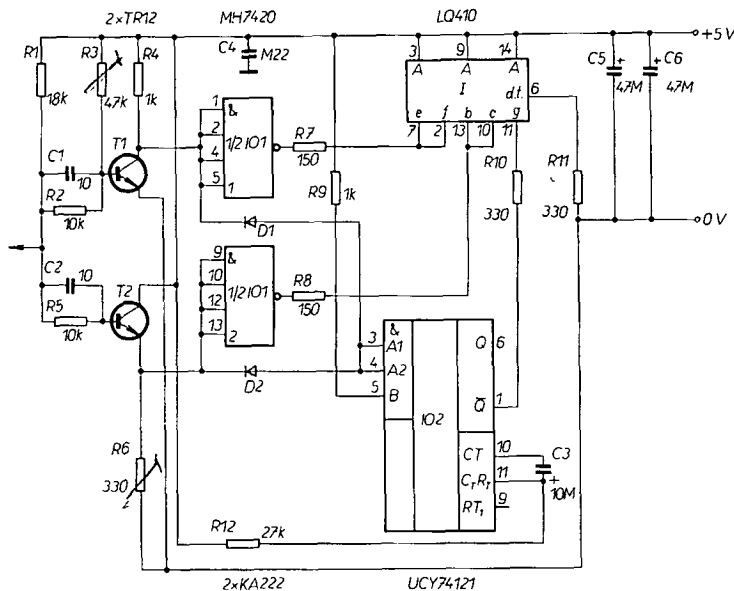
Při úrovni L na měřicím hrotu jsou tranzistory T1, T2 uzavřeny (obr. 1). Na výstupu prvního hradla integrovaného obvodu IO1 se objeví úroveň L, která přes R7 rozsvítí segmenty „e“ a „f“ obvodu indikátoru I. Ostatní segmenty zůstávají tmavé. Je-li na měřicím hrotu úroveň H, jsou výše uvedené stavy opačné a svítí segmenty „b“ a „c“, napájené přes R8. Vstupy obou hradel integrovaného obvodu IO1 jsou diodami D1, D2 spojeny se vstupem monostabilního klopného obvodu IO2. Je-li přiveden na měřicí hrot impuls, objeví se na výstupu Q MKO impuls délky asi 100 ms (daný R12, C3), který rozsvítí segment „g“, napájený přes R10.

### Oživení sondy

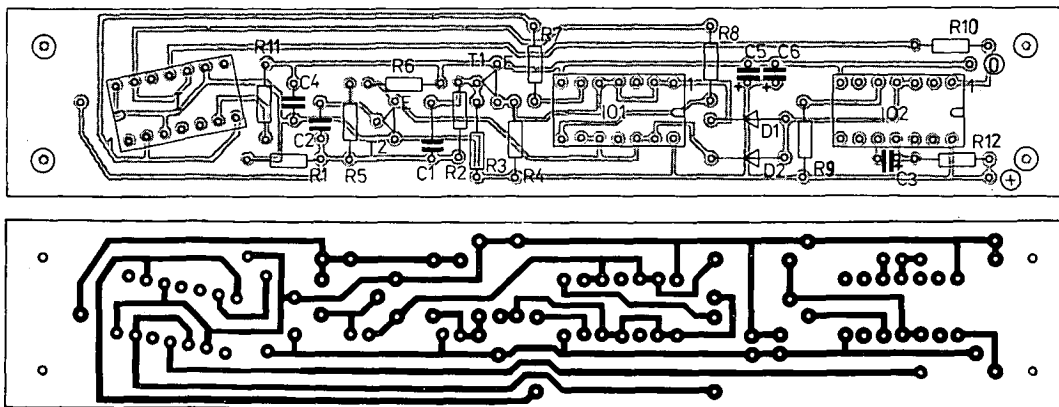
Po osazení desky s plošnými spoji (obr. 2) součástkami připojíme na měřicí hrot stejnosměrný zdroj. Odpojem R3 nastavíme mez pro indikaci úrovně L (0,8 V), R6 mez pro indikaci úrovně H (2,4 V). Při 0,8 až 2,4 V na měřicím hrotu musí všechny segmenty zůstat tmavé.

### Použití sondy

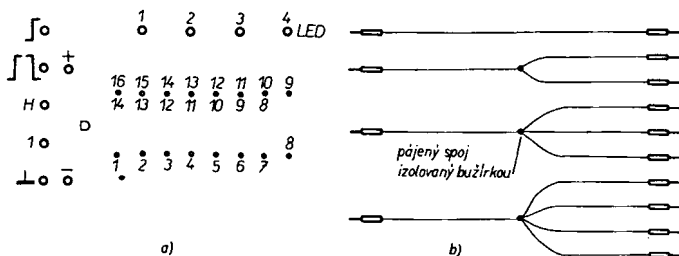
Možnosti využití jsou nejlépe patrné z obr. 3. Obr. 3a ukazuje základní orientaci displeje. Nesvítí-li žádný segment, je na měřicím hrotu úroveň 0,8 až 2,4 V. Úroveň H signalizuje rozsvícení segmentů „b“ a „c“ (obr. 3b) a úroveň L segmenty „e“ a „f“ (obr. 3h). Obr. 3c až g ukazují dynamický provoz sondy. Obr. 3c a obr. 3g ukazují indikaci krátkého záporného, popř. kladného impulsu rozsvícením segmentu „g“. Jsou-li délka impulsu a mezera mezi impulsy stejně dlouhé (obr. 3e),



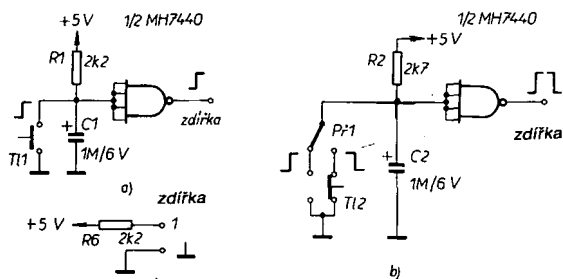
Obr. 1. Schéma zapojení



Obr. 2. Rozmístění součástek a deska s plošnými spoji P301



Obr. 2. Pole zdířek zkoušeče IO (a) a propojovací kablíky (b)



Obr. 3. Obvody tlačítek a zapojení zdířek pro log. 1 a log. 0

ností s přepínačem) z log. 0 na log. 1 nebo z log. 1 na log. 0.

Zapojení obou tlačítek je na obr. 3.

Jednotlivé zdířky lze propojovat řadou propojovacích kablíků, ty umožňují propojit jeden výstup s několika vstupy. Pro náš účel postačuje zhotovit několik kablíků jednoduchých, rozdělených a roztržených, a jeden pro napájení čtyř vstupů. Mechanické provedení je zřejmé z obr. 2b.

Zdroj hodinových impulsů je vyveden na zdířku H. Přepínačem lze měnit kmitočet od 1 Hz do 1 kHz.

V zapojení byl použit obvod s časovačem NE555, se stejným výsledkem lze použít klasický astabilní multivibrátor s tranzistory. Schéma obou variant je na obr. 4.

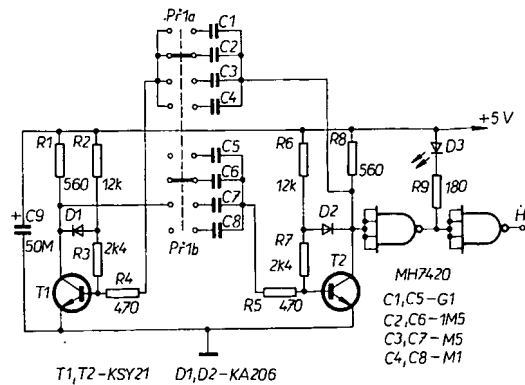
Zapojení svítivých diod (LED) pro indikaci logické úrovně výstupu zkoušeného IO je na obr. 5a. Indikaci s LED lze nahradit zapojením s žárovkami 6 V / 50 mA (obr. 5b). Tyto žárovky se používají např. v některých rozhlasových přijímačích (jako TESLA 814A).

Zkoušeč IO je napájen stabilizovaným zdrojem napětí 5 V pro max. odběr proudu 1 A s proudovou ochranou. Elektrické schéma zdroje je na obr. 6.

Tranzistor T1 je zapojen jako zdroj proudu do 1 A a je neustále otevřen napětím přes R1. Překročí-li se odběr proudu 1 A, tranzistor T1 se uzavře. Velikost kritického proudu je určena napětím na diodách D5 a D6 a odporu R2. Na výstupu zdroje se při přetížení zmenší napětí a rozsvítí se signalizace přetížení.

Zdrojem referenčního napětí je Zenerova dioda D7. Potenciometrem R5 se nastavuje výstupní napětí 5 V. Zenerova dioda D8 je na výstupu jako přepěťová ochrana. Při výběru této diody se snažíme vybrat kus s co nejmenším Zenerovým napětím ( $U_Z = 6$  V).

Pro zdroj stabilizovaného napětí 5 V je mnohem jednodušší a elegantnější použít monolitický stabilizátor tuzemské nebo zahraniční výroby.



Obr. 4. Zapojení generátoru hodinových impulsů s tranzistorem (a) a s časovačem 555 (b)

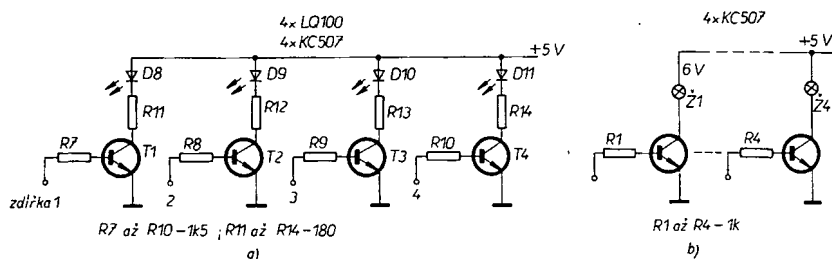
## Princip zkoušení IO

IO lze testovat v několika etapách. V první etapě se připojí vstupy na obvody tlačítek a výstupy na pole svítivých diod. Podle pravdivostní tabulky se odzkouší správná funkce, která se sleduje na diodách (svítí – nesvítí).

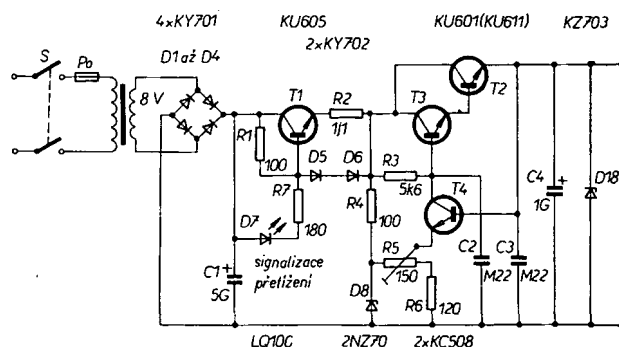
Do druhé etapy lze zahrnout všechna statická měření na IO podle doporučení výrobce. Pro běžná měření stačí měřicí

přístroj PU 120 nebo podobný. Výrobce doporučuje vytvořit řadu měřících obvodů, v nichž se zkoušený IO měří. Pro běžnou amatérskou praxi se lze spokojit s měřením těchto parametrů:  $U_{vst}(1)$ ,  $U_{vst}(0)$ ,  $I_{cc}(0)$ ,  $I_{cc}(1)$ ,  $I_{sat}(0)$ ,  $I_{sat}(1)$ . Je-li dostupný osciloskop, lze po připojení IO na vestavěný generátor hodinových impulsů sledovat tvar výstupních impulsů.

Po změření uvedených statických parametrů se může přejít k další etapě zkoušení. Výstupy IO se propojí se zobrazovacím



Obr. 5. Obvody pro optickou indikaci se svítivými diodami (a) a se žárovkami (b)



Obr. 6. Zapojení napájecího zdroje 5 V/A se signalizací přetížení

# ČESKOSLOVENSKÁ MIKROELEKTRONIKA PO XVI. SJEZDU KSČ

Ing. František Haman, náměstek ministra elektrotechnického průmyslu

V období celosvětového nedostatku energií a stoupajících cen surovin jsou hledány další cesty, vedoucí k zvyšování účinnosti zdrojů, vkládaných do společenské výroby. Jsou preferovány ty výrobní obory a výrobní programy, které co nejúčinněji zhodnocují použité zdroje a zvyšují produktivitu společenské práce všude tam, kde jsou jejich výrobky používány. Tyto i další úkoly v národním hospodářství je schopna zabezpečovat elektronika, která ve všech průmyslově vyspělých zemích trvale prožívá bouřlivý rozvoj. Ale obdobný intenzifikační proces probíhá i uvnitř vlastní elektroniky: původní elektronková generace byla v padesátých letech vystřídána generací diskretních polovodičových prvků a od konce šedesátých let je postupně nahrazována generací integrovaných obvodů. Ty v sobě spočátku soustřeďovaly několik málo prvků či funkcí, hustota prvků se však novými technologiemi neustále zvětšuje na desítky až stovky tisíc. A tak za pouhou čtvrtinu našeho století klesly objemy a hmotnost elektronických přístrojů a zařízení a zároveň i jejich spotřeba energie zhruba o čtyři řády. Nejen to, zároveň se prodloužila střední doba bezporuchového provozu složitých přístrojů a zařízení osazených integrovanými obvody velké a velmi velké integrace o čtyři až pět řádů.

Výroba mikroelektronických prvků je, počínaje jejich výzkumem až po samotnou technologii a zkoušení, investičně velmi náročná. S ohledem na mimořádný význam pro národní hospodářství je nejen v USA a Japonsku, které se v tomto oboru brzy staly vedoucími zeměmi, ale i v několika dalších průmyslově nejvyspělejších zemích podporována vysokými vládními dotacemi. Zatím představuje zvládnutí mikroelektroniky v celém rozsahu spíše velmocenský program, na který středně velké státy (v Evropě například v současné době Rakousko, Belgie, Dánsko, Norsko nebo Finsko) doposud nemají prostředky.

V ČSSR jsme obor mikroelektronických prvků začali rozvíjet již koncem šedesátých let. V rámci technického rozvoje byly propracovány výrobní technologie planárně-epitaxní a též vlastním vývojem byla vyvinuta a vyrobena potřebná technologická a měřicí zařízení. Výroba polykrytalického i monokrytalického křemíku v dobré kvalitě kryla vlastní potřeby a umožnila i jeho export. Byly vyřešeny a výrobně rozpracovány slitinové technologie a difúzní technologie na germaniovém polovodivém materiálu, difúzní a planárně-epitaxní technologie na křemíku. Mohla být zavedena hromadná výroba integrovaných obvodů pevné fáze a zvládnuta oblast číslicových i lineárních integrovaných obvodů, a to jak bipolárních, tak i unipolárních včetně náročných operačních zesilovačů. Již v roce 1970 bylo dosaženo výrobní kapacity přes milion integrovaných obvodů střední složitosti ročně. Rychle rostl i sortiment obou skupin integrovaných obvodů, což mělo – jako v celém světě – vliv na zpomalení růstu diskretních prvků (obr. 1). Tak jak se

zlepšovaly výkonnost výrobních technologií i výtěžnost, klesaly výrobní náklady a v průběhu sedmdesátých let bylo možno dvakrát snížit velkoobchodní ceny na pouhou šestinu původní úrovně (do maloobchodních cen se to promítlo v roce 1972 a se zpožděním k 1. 4. 1981). Tento, pro elektroniku a zejména mikroelektroniku charakteristický vývoj, kdy se technická úroveň výrobků rychle zlepšuje a naproti tomu jejich hodnota prudce klesá, bude pokračovat zákonitě i v dalších letech.

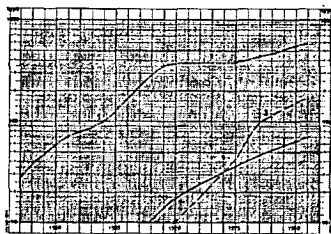
Ostatní socialistické země začaly sice rozvíjet mikroelektroniku s určitým zpožděním, ale významná podpora jejich stranických a vládních orgánů umožnila toto zpoždění nejen rychle vyrovnat, ale v případě SSSR se rychle přiblížit ke světové špičce. Také u nás se ÚV KSČ i federální vláda problémem přednostního rozvoje elektroniky a mikroelektroniky v posledních letech několikrát zabývaly. Nutnost intenzifikovat národní hospodářství cestou jeho elektronizace se promítla i do Hlavních směrů hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR na léta 1981 až 1985, které schválil XVI. sjezd KSČ. Dokument mimo jiné ukládá: „v elektrotechnickém průmyslu urychlovat rozvoj výrobních kapacit s maximálním využitím výzkumné vývojové potenciálu i spolupráce se socialistickými zeměmi. Zvýšením výroby o 40 až 50 % vytvářet podmínky pro elektrifikaci národního hospodářství. Přednostním rozvojem elektroniky a zvláště mikroelektroniky soustavně zvyšovat užžitnou hodnotu výrobků a technologií v rozhodujících odvětvích a oborech národního hospodářství. Urychlovat tím růst produktivity práce a snižovat spotřebu energie a materiálů. Závažným úkolem elektrotechnického průmyslu je vytvářet podmínky pro zvyšování exportní schopnosti strojirenských a dalších výrobků a omezovat jejich dovozní náročnost. K tomu využívat v daleko větší míře mezi-národní dělbý práce, zejména v rámci socialistické ekonomické integrace. Zabezpečit téměř trojnásobný růst součástkové základny elektrotechniky, elektroniky, optoelektroniky a zejména mikroelektroniky. Zvládnout a rozšířit výrobu bipolárních a unipolárních integrovaných ob-

vodů, mikroprocesorů s využitím moderních technologických zařízení včetně elektronové litografie.“

Pro náš elektrotechnický průmysl to znamená již v nejbližších letech u monolitických integrovaných systémů realizovat submikronové struktury pro dosažení stupně integrace  $10^4$  součástek na čip u bipolárních obvodů a  $3 \cdot 10^4$  součástek na čip u obvodů unipolárních. V současné době jsou do poloprovozní výroby zaváděny všechny základní obvody mikroprocesorového systému MH3000. Dokončuje se vývoj obvodů mikroprocesorového systému MH8080A (MHB8080A, 8251 a 8255A, MH8224 a MH8228), pro který je pět bipolárních obvodů (MH8205, 8212, 8214, 8216 a 8226) již ve výrobě a další jsou zajišťovány dovozem ze SSSR. Současně je zajišťována výroba pamětí N-MOS RAM (dyn.) 16K bitů, C-MOS (stat.) RAM 1K bit, PROM a dovozem ze SSSR pamětí RAM (dyn.) 16K bitů i 4K bit a statické RAM 1K bit. Paměť EPROM bude v tuzemsku vyráběna počínaje rokem 1983. Další práce jsou orientovány na řešení obvodů 16bitového mikroprocesorového systému a jednočipových mikropočítačů. Další mikroprocesorové systémy budou zajišťovány v rámci spolupráce se socialistickými zeměmi. Vývoj v oblasti pamětí sleduje nutnost zvětšit kapacitu i rychlost a zmenšit příkon použitím nových technologií ( $^3L$ , izoplanární S-TTL, HMOS, CMOS). Zaveden bude také sortiment programovatelných logických polí FPLA a podle potřeby budou operativně zajišťovány typy s programovatelnou maskou. V oblasti převodníků D/A a A/D se výroba zaměřuje na nové náročné bipolární technologie (BIFET, laserové nastavování), u základní řady číslicových obvodů na inovace s cílem zmenšit příkon (řada CMOS) při zachování rychlosti přenosu (řada LS). Samostatnou oblast tvoří tzv. zákaznické obvody, dále integrované obvody pro spotřební elektroniku (v současné době je již k dispozici základní sortiment především pro barevné televizní přijímače), hybridní integrované obvody a nová skupina optoelektronických součástek (nové typy svítívek a displejů, zdrojů a detektorů optických sdělovacích systémů) a oprtonů se zlepšenými parametry).

Technický rozvoj se nezastaví ani v oboru diskretních polovodičových prvků (rychlé usměrňovače a Zenerovy diody, vysokonapěťové tranzistory, tranzistory MOSFET pro kanálové voliče televizních přijímačů a další).

Náš elektrotechnický průmysl je tedy na počátku osmdesátých let schopen z vlastní výroby nebo ve spolupráci s dalšími socialistickými zeměmi nabídnout široký sortiment součástkové základny pro nejrůznější aplikace elektroniky a mikroelektroniky nejen v tradičních oborech jejich užití, ale zejména pro výpočetní, řídicí a automatizační techniku, od které se očekává oživení technických inovací a celková intenzifikace všech odvětví národního hospodářství. Tím však úkol ne-



Obr. 1. Počet typů polovodičových prvků a integrovaných obvodů podle katalogů VHJ TESLA-Elektronické součástky, Rožnov, 1960 až 1980 (1 – diskretní polovodičové prvky, 2 – lineární integrované obvody, 3 – číslicové integrované obvody)